ÉOLOGIE

APPLIQUÉE

S ET A L'AGRICULTURE.

PARIS. — IMPRIMERIE SCHNEIDER, RUE D'ERFURTH, 1.

GÉOLOGIE

APPLIQUÉE

AUX ARTS ET A L'AGRICULTURE,

COMPRENANT L'ENSEMBLE DES RÉVOLUTIONS DU GLOBE;

Ouvrage orné de vignettes intercalées dans le texte, et d'un tableau
gravé sur acier, représentant, par ordre chronologique,
les terrains stratifiés et les principaux fossiles qui les caractérisent;

SUIVI D'UN VOCABULAIRE

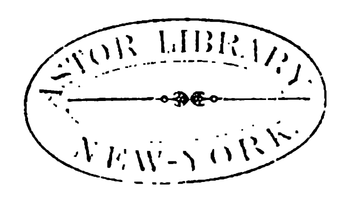
DONNANT LA DÉFINITION DES TERMES SCIENTIFIQUES EMPLOYÉS DANS LE COURS DE L'OUVRAGE.

PAR MM. C. D'ORBIGNY ET A. GENTE,

MEMBRES DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS ET ACADÉMIES SAVANTES.

« Préférez, dans l'enseignement, les méthodes générales; attachez-vous à les présenter de la manière la plus simple, et vous verrez en même temps qu'elles sont toujours les plus faciles. »

LAPLACE, *Écoles norm.*, tome IV, p. 49.

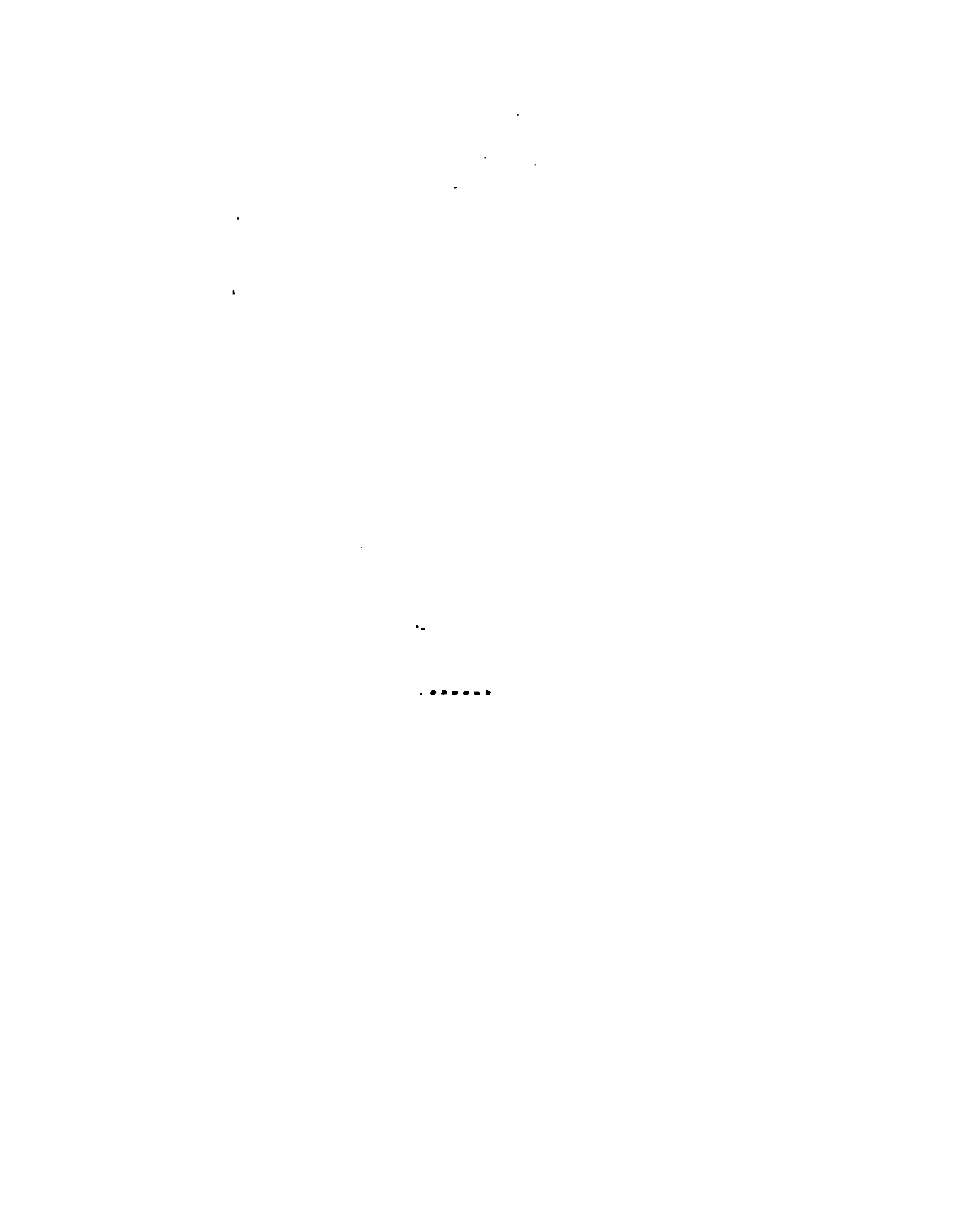


PARIS,

CHEZ M. A. GENTE, RUE SAINT-HONORÉ, 45.

ET CHEZ LES PRINCIPAUX LIBRAIRES.

1851



PRÉFACE.

Aujourd'hui que les sciences viennent directement en aide aux arts industriels et agricoles ; aujourd'hui que des écoles professionnelles et régionales vont stimuler partout le sentiment fécond de l'émulation, de nouveaux livres deviennent indispensables pour exercer et développer l'intelligence des masses jalouses de s'instruire. C'est aux sciences d'application surtout qu'est dévolue la tâche de répandre les connaissances utiles et de les faire pénétrer jusque dans nos campagnes ; car, là peut-être plus qu'ailleurs, la lumière est nécessaire. Autrefois on ne lisait que pour l'éclat du style ; le fond n'était que l'accessoire : on préférait le littérateur au savant. Les temps sont changés ; de nos jours, c'est le savoir qu'on recherche. On veut, il est vrai, recevoir l'instruction dans un style élégant ; mais la forme sans le fond est dédaignée. Accoutumés à la rigueur des démonstrations, les hommes ne se conten-

tent plus de simples allégations : ils veulent remonter des effets aux causes. L'écrivain, l'artiste, le fabricant, l'agriculteur, tous cherchent à raisonner, plus ou moins, ce qui se rattache au développement des arts, au bien-être de l'humanité.

D'autre part, en se dépouillant d'une partie de leurs formes abstraites, les sciences favorisent singulièrement cette tendance des esprits vers les connaissances sérieuses. C'est dans le but d'ajouter encore à cette noble impulsion que nous offrons au public une *Géologie appliquée, mise à la portée des masses intelligentes;* car cette science, comme tant d'autres, peut se présenter sous une forme accessible à la plupart des hommes. A la vérité, l'astronomie, la physique, la chimie et plusieurs branches de l'histoire naturelle concourent à son développement; mais le géologue ne traverse quelques parties de ces sciences que pour arriver plus sûrement à la sienne et pour se rendre compte de diverses particularités qui s'y rattachent.

Le puissant intérêt qu'inspire la géologie ne vient plus, comme autrefois, du besoin de satisfaire une vaine et stérile curiosité. Grâce à ses progrès récents, cette science est devenue indispensable à la société actuelle, qui, chaque jour, demande de nouvelles ressources matérielles pour satisfaire à ses besoins. En effet, à la seule inspection du sol, la géologie nous fait connaître les richesses qu'il est susceptible de recéler à des profondeurs diverses, richesses qui forment la clef

l'industrie, et auxquelles l'Angleterre doit
›artie de sa puissance; la géologie apprend
:culteur que le succès de ses opérations ne
oujours de la profusion des engrais, de la
s labours ou de circonstances météorologi-
moins favorables; mais qu'il peut dépendre
ıture minérale du terrain cultivé, et que ce
nt ne devient fécond que par des amende-
des mélanges, dont les éléments sont pres-
à côté ou au-dessous du sol rebelle.

ne le céder à aucune autre science sous
la précision, la géologie voit s'ouvrir de-
avenir immense. Elle deviendra aussi in-
e la chimie et la physique; car elle aussi
n suprême degré, des éléments d'utilité
e aussi peut répandre l'aisance et la pros-
idant le mineur dans ce dédale de masses
ıi constituent l'écorce terrestre, et d'où
ıs tant de matières diverses.

›port de l'intérêt, aucune étude peut-être
tant d'attraits : en nous dévoilant l'origine
t les diverses phases de sa formation, la
e l'âme vers Dieu, ennoblit la pensée, et
ısi dire, d'introduction à l'histoire. L'im-
lle produit est si vive, que l'attention ne
ıire défaut. Ce grand livre géognostique
ets mystérieux sont des roches, les lettres
t des dislocations, porte un caractère de

profondeur qui séduit et entraîne. A mesure qu'elle fouille dans les entrailles de la terre, la pensée s'agite, l'intérêt redouble ; peu à peu le voile qui dérobe le passé devient transparent ; il tombe enfin ! Ici, un sentiment religieux s'empare de l'âme, à l'aspect des témoignages irrécusables de l'origine primitive du globe, des traces qu'ont laissées les nombreux cataclysmes qu'il a éprouvés, des lois qui ont présidé à la formation et à la disposition des matériaux constituant son écorce ; enfin des créations de tant d'êtres divers qui l'ont habité, à mesure qu'il devenait plus habitable.

Malgré le peu d'étendue du cadre que nous nous sommes tracé, nous avons cherché à n'omettre aucun fait, aucun résultat important ; et, pour les exprimer, nous nous sommes toujours servis de la nomenclature la plus répandue. Deux volumes nous avaient d'abord paru nécessaires : l'un pour exposer les principes de la science, l'autre pour en développer les nombreuses applications ; mais les ouvrages volumineux devenant rarement populaires, nous avons dû renoncer à ce projet, et, dès lors, rechercher les moyens de dire beaucoup de choses en peu de mots, afin de ne pas dépasser certaines limites. En groupant et coordonnant les faits, en les décrivant avec concision, en abrégeant une nomenclature aride et fastidieuse, en évitant de reproduire une multitude d'exemples superflus dont fourmillent les traités de géologie, nous sommes parvenus à renfermer en un seul volume les différentes et très-nom-

breuses parties de notre sujet. Loin de nuire à la clarté de l'ouvrage, cette concentration en facilite l'intelligence et permet d'embrasser, sans efforts, l'ensemble de l'édifice géologique.

Notre ouvrage, dont le plan est entièrement neuf, se divise en trois parties distinctes :

La première est consacrée à la géologie proprement dite; elle forme un précis indépendant et complet où se trouvent méthodiquement exposés et raisonnés les principes de cette science.

La seconde présente l'histoire de chacune des substances minérales utiles, en décrit rapidement l'exploitation, quand elle exige des travaux particuliers, et fait connaître l'emploi de ces substances, soit en nature, soit à divers états.

La troisième a pour objet l'application des connaissances géologiques à l'agriculture. Elle s'occupe des différentes espèces de terres végétales, de leurs propriétés, des causes diverses de leur fécondité ou de leur aridité, et des amendements inorganiques qu'elles réclament dans un grand nombre de cas, pour atteindre à leur maximum de fertilité.

Enfin, pour faciliter, autant que possible, à tout le monde l'intelligence de cet ouvrage, nous y avons ajouté un vocabulaire, donnant, sous une forme très-simple, la valeur ou le sens des principaux termes scientifiques qui y sont employés; ce vocabulaire peut, jusqu'à un certain point, servir de table alphabétique.

On conçoit que pour traiter, quoique d'une manière élémentaire, tant de sujets divers, nous avons dû nous inspirer des œuvres des maîtres, dont nous avons quelquefois conservé les éloquentes paroles. Cependant, comme il nous eût été impossible de faire de nombreuses citations dans le cours de l'ouvrage, sans en entraver la marche; comme nous avons pu, d'ailleurs, reproduire des faits et des déductions restés depuis longtemps en dépôt dans notre mémoire, sans nous en rappeler entièrement l'origine, nous signalons ici les principaux auteurs qui nous ont guidés, bien déterminés à faire honneur à chacun de son travail, et à nous réserver seulement le faible mérite d'avoir choisi, disposé et coordonné différents documents épars dans une foule de bons ouvrages.

Parmi les sources auxquelles nous avons puisé, soit des faits, soit des appréciations théoriques, nous mentionnerons particulièrement, pour la géologie et la minéralogie, les cours ou les ouvrages de MM. Élie de Beaumont, Cordier, Dufrénoy, Brongniart, Boué, Lyell, de La Bèche, Beudant, Huot, d'Omalius d'Halloy, Constant Prévost, Alcide d'Orbigny, Deshayes, Laurillard et Pictet; pour l'exploitation générale, ceux de MM. Combes, A. Burat et Brard; pour l'agriculture, enfin, les ouvrages récents de MM. de Gasparin et Boussingault. Si, à ces noms bien connus, nous ajoutons ceux de quelques astronomes, chimistes et physiciens, tels que MM. Arago, de Humboldt, Dumas, Gay-Lussac, Thénard, Payen,

›retz et Becquerel, ce sera dire assez que
nt les sommités scientifiques de l'époque,
ıvons lieu d'espérer que notre travail ne
ı-dessous des connaissances actuelles.
ıterons plus que quelques mots. Il existe,
plusieurs excellents ouvrages; mais la
es livres volumineux ne s'adressent qu'à
spéciaux; les nombreux détails qu'ils
ssés le plus souvent de formules abstrai-
plutôt qu'ils n'instruisent ceux qui com-
s études géologiques. L'homme du monde,
›é de l'aridité d'une science qu'on lui dé-
ne très-intéressante, ne tarde pas à suc-
l'effort qu'il lui faut faire pour en saisir
ıcheux résultat qui s'explique par l'absence
ivres vraiment élémentaires. En effet, les
i écrivent, supposent trop souvent à leurs
connaissances étendues, et surtout une
à toute épreuve pour les suivre dans une
ils et de faits secondaires. Ils masquent
e la science par une exposition abstraite
s donné à tout le monde de saisir. Nos
nous sont plus humbles; nous nous
plement à l'intelligence des masses; et,
soit pas aussi facile qu'on le pense de se
portée, nous espérons y parvenir, grâce
ıs favorables que nous réunissons : l'un
ché depuis longtemps comme géologue

au Muséum d'histoire naturelle de Paris, et par conséquent en contact avec les maîtres, a pu s'inspirer de leurs leçons; l'autre a voyagé et pratiqué divers travaux d'exploitation et d'agriculture. Si le premier a disposé des bibliothèques et des collections géologiques; le second, dans ses nombreuses excursions, a pu interroger la nature elle-même et recueillir des faits sur les mers, aux embouchures des fleuves, ou sur les continents. Fondues ensemble, ces deux manières d'étudier la géologie seront-elles suffisantes pour exposer et raisonner les principes de cette science et pour en montrer les nombreuses applications? Encore une fois, nous osons l'espérer; car la théorie et la pratique sont deux sœurs qui gagnent à vivre en commun, qui s'inspirent mutuellement, qui ont chacune leur mérite particulier, et qu'on ne saurait séparer, sans exposer l'une et l'autre à s'éloigner du but de perfection vers lequel on se plaît à les voir marcher de concert.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉOLOGIE PROPREMENT DITE.

CHAPITRE PREMIER.

Connaissances préliminaires.

Objet de la géologie. — De la terre; sa figure; déduction de l'aplatissement de ses pôles; sa densité; son origine ignée; sa chaleur centrale; sa température actuelle, à la surface, est stationnaire depuis trente-trois siècles au moins. — De l'atmosphère; des vents. — Des aérolithes. — Relief de la terre. — Des sources ordinaires; des sources thermales et minérales. — De la mer; sa profondeur; ses marées. — Passage de l'eau à l'état de vapeur, et *vice versâ*.

La géologie a pour objet l'histoire de la terre : elle traite des changements successifs qui se sont opérés dans les règnes organique et inorganique; elle étudie les matériaux qui composent le globe et les phénomènes qui ont présidé à leur formation et à leur disposition. A l'aide des notions que nous tirons de son étude, nous pouvons, jusqu'à un certain point, déduire le mode de formation de notre planète.

L'esprit humain s'est, de tout temps, efforcé de se rendre compte des phénomènes géologiques et de pénétrer les lois qui les régissent. Pendant fort longtemps, tous les efforts furent infructueux; et naguère encore la géologie n'était qu'un amas confus de ridicules hypothèses. Il n'en est plus ainsi. Grâce à une foule de savants, la plupart contemporains, cette science, appuyée aujourd'hui sur des faits bien observés, et intimement liée à toutes les sciences physiques, porte un caractère de précision qui séduit et entraîne; d'ailleurs, pleine d'attraits, riche en applications pratiques, comme on le verra dans le cours de cet ouvrage, elle a pris un rang important parmi les connaissances les plus utiles.

Pour procéder d'une manière rationnelle à l'étude de la géologie, dont nous ne voulons donner ici qu'un abrégé rapide, quoique satisfaisant, cherchons d'abord à nous faire une idée exacte de la *figure du globe* que nous habitons et des phénomènes qui se passent à sa surface. Quand nous posséderons un ensemble de faits bien observés, nous pourrons, avec quelques chances de succès, remonter aux causes qui les régissent, et expliquer les principaux événements qui ont concouru à l'organisation actuelle du globe; car les faits connus sont autant de jalons qui conduisent aux faits inconnus.

Lorsqu'en pleine mer deux navires se rencontrent, il arrive un moment où, par suite de la diversité de leur route et de l'inégalité de leur marche, ils cessent d'être visibles l'un pour l'autre, du tillac seulement; mais si, en cet instant, un observateur monte sur la mâture de l'un d'eux, alors son horizon s'agrandissant, il aperçoit distinctement encore le navire qu'il ne pouvait voir d'un point moins élevé. Ce fait, bien connu de tous ceux qui ont navigué, démontre avec évidence que la masse aqueuse du globe est convexe dans tous les sens. Les conséquences de cette première observation sont pleinement confirmées par les voyages faits autour du monde, puisqu'en partant d'un point et en cou-

rant toujours dans la direction Est ou Ouest, autant qu'il est possible de le faire, on revient au point de départ. Les glaces polaires empêchent de faire la même expérience dans le sens nord et sud; mais l'apparition successive de nouvelles étoiles à mesure qu'on s'approche des pôles, l'analogie générale de la terre avec les autres planètes, établissent que l'isolement de notre globe est complet dans ce sens comme dans l'autre. D'ailleurs, pendant les éclipses de lune, la projection de l'ombre de la terre se dessine sur le disque lunaire, et alors cette ombre se montre à nos yeux sous la forme orbiculaire. Notre planète est donc incontestablement, comme les autres astres, un corps sphérique, isolé de toutes parts dans l'espace. Les inégalités que ce globe présente à sa surface sont très-peu de chose, quand on les compare à sa masse; et si la profondeur des abîmes nous effraye, si l'élévation des montagnes nous confond d'étonnement, c'est que nous les comparons à la petitesse des objets qui nous environnent; mais, toutes proportions gardées, les aspérités que présente la surface de la terre ne sont pas plus saillantes que celles qui figurent à la surface d'une orange.

L'isolement de la terre fait sur-le-champ concevoir l'attraction qu'elle exerce; car rien ne s'échappe de notre globe pour tomber dans l'espace. Les projectiles lancés d'un point quelconque de la surface y retombent toujours avec rapidité, dès que se trouve anéantie la force qui leur faisait vaincre l'attraction terrestre. L'attraction n'est pas uniquement propre à la terre; elle est une propriété inhérente à la matière. L'ensemble des observations astronomiques établit avec rigueur qu'elle est universelle, c'est-à-dire qu'elle régit tous les corps disséminés dans l'espace ; l'intensité de son action est en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances. Cette belle loi, que Newton a nommée *gravitation*, peut être considérée comme la force primitive de la nature: mais comme cette force, en agissant seule, ne tendrait qu'à réunir en une masse unique tous les globes de la na-

ture, Newton a supposé que les corps célestes avaient reçu primitivement une impulsion en ligne droite; et c'est de la combinaison de cette impulsion rectiligne avec la force d'attraction que naît le mouvement curviligne des planètes autour du soleil qui les vivifie.

La terre a 10,000 lieues de circonférence et environ 1,590 lieues de rayon (lieues de 4,000 mètres). Elle est douée d'un mouvement de rotation qu'elle exécute sur son axe en 24 heures, mouvement auquel nous devons l'alternative du jour et de la nuit. Elle décrit en outre une ellipse autour du soleil, en 365 jours 1/4; et c'est ce mouvement annuel qui amène et détermine le changement des saisons.

On a rigoureusement constaté que *le globe terrestre est légèrement aplati vers les pôles et renflé à l'équateur*; sa figure est un sphéroïde dont le grand et le petit diamètre présentent, dans leur longueur, une différence de 1/305me. Il importe de remarquer que cette forme de la terre est précisément celle que prendrait une égale masse fluide, douée d'un égal mouvement de rotation sur son axe; car les molécules placées à chaque extrémité de l'axe, n'étant douées d'aucune force centrifuge, ne perdent rien de leur poids, tandis qu'au contraire, celles qui en sont le plus éloignées obéissent à l'action d'une force centrifuge qui les fait s'élever en un ménisque ou renflement. Ainsi la figure de notre globe indique que les particules minérales qui le composent n'ont pas toujours été à l'état solide d'agrégation, et qu'à une certaine époque elles ont dû avoir assez de mobilité, assez de fluidité pour céder à l'action de la force centrifuge résultant du mouvement de rotation.

Nous retrouvons une figure semblable dans les autres planètes; et, sauf quelques particularités dues à des causes exceptionnelles, leur aplatissement polaire est d'autant plus considérable, que leur mouvement de rotation est plus rapide; preuve évidente qu'à leur origine elles ont été fluides comme la terre.

Mais la fluidité de la terre a-t-elle été aqueuse ou ignée? Les physiciens, armés du pendule, et les géomètres appliquant le calcul aux expériences de la physique, admettent tous maintenant la *fluidité originairement ignée du sphéroïde terrestre*, et considèrent ce sphéroïde comme formé de couches concentriques de différentes matières dont la densité va croissant de la circonférence au centre. Des expériences, faites avec la balance de torsion de Cavendish, autorisent à conclure que la *densité* moyenne de la terre entière est cinq fois et demie aussi forte que celle de l'eau, et, par conséquent, plus du double de celle de l'écorce terrestre accessible à l'observation du géologue; car le feldspath, le quartz, le mica, le talc et le calcaire, éléments principaux de cette écorce, n'ont guère, pour poids spécifique, que 2,5. Ainsi la densité des diverses couches minérales doit s'acroître sensiblement à mesure qu'on descend dans l'intérieur de la terre. Tout tend donc à prouver que des métaux et leurs composés les plus lourds occupent le centre du globe; et nous verrons bientôt que, selon toute probabilité, ces substances y sont encore soumises à une chaleur capable de les tenir à l'état de fusion.

La fluidité originairement incandescente de la terre n'est pas seulement prouvée par la géométrie et par la physique; la géologie, en s'appuyant sur des faits incontestables, résout encore affirmativement la même question. En effet, les lois de la chaleur centrale, les soulèvements et affaissements de l'écorce terrestre; les tremblements de terre, inexplicables si l'on suppose le globe solide jusqu'au centre; le remplissage des filons, l'existence des sources thermales, les traces d'ignition des roches primitives, les dégagements de vapeurs par certaines fissures, et beaucoup d'autres faits que nous passerons en revue, prouvent que la terre, que nous foulons avec tant de sécurité, enceint de toutes parts une matière embrasée qui mugit sous sa frêle enveloppe. C'est ce que, de tout temps, pouvaient faire présumer ces masses énor-

mes de laves que le foyer central vomit encore aujourd'hui par le cratère des volcans; aussi ne doit-on pas s'étonner que des savants tels que Descartes, Leibnitz, Buffon, aient été conduits par leur génie à reconnaître la fluidité originairement incandescente de la terre, évidente aujourd'hui pour tous les géologues.

Cependant, pour mieux former nos convictions, interrogeons les phénomènes qui ont lieu actuellement sur notre globe. L'observation nous apprend qu'indépendamment de la chaleur que la terre reçoit du soleil, elle est douée d'une *chaleur propre* qui est un reste de son incandescence originaire. A une certaine profondeur, variable selon la latitude, mais qui ne dépasse pas 30 à 40 mètres, les variations qui résultent de l'influence des saisons ne sont plus sensibles : la température, à cette profondeur, reste stationnaire, et égale la température moyenne de la localité; mais, au-dessous de ce point, un autre phénomène se manifeste : la chaleur s'accroît alors successivement, à mesure que l'on descend plus avant. M. Cordier, qui s'est particulièrement livré à ces recherches par des expériences faites dans les mines avec une extrême précision, a éclairé cette branche importante de la physique du globe. Le résultat des travaux de ce savant professeur démontre que la moyenne de cette augmentation de chaleur a lieu, dans le sens vertical, à raison de 1° centigrade pour 30 mètres; en sorte que, si cette loi s'applique à toute la profondeur, on trouverait, à environ 3,000 mètres, la température de l'eau bouillante; à un certain nombre de lieues, les substances les plus réfractaires seraient en pleine fusion; et, à des profondeurs considérables, on aurait une température dont nous ne pouvons nous faire aucune idée; température capable, non-seulement de fondre, mais encore de volatiliser tous les corps sous la pression ordinaire.

M. Arago a également constaté la loi de la chaleur centrale, par un moyen particulier qui ne laisse rien à désirer,

pour les profondeurs auxquelles il s'applique. Son procédé est basé sur la température des eaux artésiennes, qui sont d'autant plus chaudes qu'elles arrivent de plus bas, et qui ne peuvent manquer de donner la température des couches dans lesquelles elles ont séjourné. Nous verrons plus tard de quelle importance est la chaleur centrale, et combien elle est nécessaire pour expliquer les tremblements de terre et tous les phénomènes des agents plutoniques.

Bornons-nous, pour le moment, à faire remarquer que, non-seulement la terre aurait été fluide à une certaine époque, comme l'exige sa forme sphéroïdale, mais qu'elle le serait encore dans sa partie centrale, de sorte que son écorce seule se serait consolidée par voie de refroidissement. Cette déperdition de chaleur continue tous les jours, mais avec une extrême lenteur; aussi quelques savants n'ont-ils pas craint de dire que la terre paraît irrévocablement condamnée à finir par n'être plus qu'un globe glacé, roulant sans cesse autour d'un soleil dont la chaleur doit également se dissiper; mais cette hypothèse n'a aucun fondement bien sérieux. Fourier a prouvé mathématiquement que, dans l'état actuel des choses, la chaleur interne du globe, si tant est qu'elle ait encore quelque influence sur la température de sa surface, ne saurait l'élever au-dessus d'un dixième de degré; d'où il suit que le refroidissement total du globe n'entraînerait aucun changement appréciable dans les saisons de chaque climat, tant que la chaleur fournie par le soleil restera la même. Or, tout porte à croire que les propriétés calorifiques de cet astre n'ont pas sensiblement diminué depuis les temps historiques les plus reculés. Voici le raisonnement logique et ingénieux qu'emploie M. Arago pour le démontrer.

La Bible nous apprend, dit le sagace astronome, qu'au temps de Moïse on cultivait le dattier, en même temps que la vigne, au centre de la Palestine. Théophraste, Strabon, Pline, Josèphe, Tacite, ont successivement mentionné ce

fait. Il n'est pas moins constaté que les Juifs mangeaient des dattes et buvaient du vin. Si l'on cherche quelle est la température nécessaire pour la maturation de la datte, on remarque qu'à Palerme, dont la température moyenne surpasse 17°, le dattier croît, mais que son fruit ne mûrit pas. A Catane, par une température de 18 à 19°, les dattes ne sont pas mangeables. Les dattes mûrissent à Alger dont la température moyenne est de 21°; mais elles ne sont pas bonnes; et, pour les avoir telles, il faut s'avancer jusqu'au voisinage du désert, c'est-à-dire en des lieux où la température est un peu au-dessus de 21°. D'après ces données, on peut déjà conclure qu'à l'époque où l'on cultivait le dattier en grand dans la Palestine la température moyenne ne devait pas y être au-dessous de 21°.

D'un autre côté, M. Léopold de Buch, géologue éminent, place la limite méridionale extrême de la vigne à l'île de Fer, dont la température moyenne est de 22°. Par une plus forte température, on trouve bien encore quelques ceps dans les jardins, mais pas de vignes proprement dites. Or, en Palestine, dans les temps les plus reculés, la vigne était, au contraire, cultivée en grand; il faut donc admettre aussi que la température moyenne de ce pays ne surpassait pas 22°. La culture du dattier nous apprenait, il y a un instant, que cette même température ne pouvait être au-dessous de 21°. Ainsi de simples phénomènes de végétation nous amènent à caractériser par 21°,5 du thermomètre centigrade le climat de la Palestine, au temps de Moïse, sans que l'incertitude paraisse devoir aller jusqu'à un degré entier.

Maintenant, à combien s'élève la température moyenne de la Palestine? Les observations directes manquent; mais, en y suppléant par des termes de comparaison pris en Égypte, on trouve qu'elle doit être un peu supérieure à 21°. Tout porte donc à reconnaître que trois mille trois cents ans n'ont pas altéré, d'une manière appréciable, le climat

de la Palestine; que trente-trois siècles enfin n'ont apporté aucun changement aux propriétés lumineuses et calorifiques du soleil. La température de la terre paraît être en équilibre depuis les temps historiques; mais cette conclusion ne s'applique qu'à quelques milliers d'années. L'induction nous portera bientôt à reconnaître qu'il ne pouvait en être ainsi aux époques géologiques reculées. D'ailleurs, la comparaison des faunes et des flores d'âges divers, qu'on trouve à l'état fossile dans l'écorce terrestre, nous démontrera péremptoirement que la température s'est graduellement abaissée à la surface de la terre.

Le seul obstacle qui, naguère, embarrassait encore les géologues, partisans de l'incandescence primitive de notre planète, c'était la difficulté de concevoir comment les roches primordiales, dont on ne pouvait obtenir la fusion et la recomposition par aucun procédé artificiel, avaient pu être le résultat d'une cristallisation; mais cette difficulté n'existe plus. En exposant à la chaleur des hauts fourneaux les matières trouvées, par l'analyse, dans plusieurs des espèces minérales cristallisées qui constituent les roches d'origine ignée, on a vu ces matières fondre; puis, sous l'influence d'un lent refroidissement, prendre l'état solide en reproduisant des cristaux semblables à ceux des roches primordiales. Cette découverte, dit Cuvier, porte presque au degré d'une démonstration rigoureuse l'hypothèse célèbre de l'ignition primitive de la terre, avancée par Descartes, Leibnitz, Buffon, et appuyée par les impérissables travaux de Laplace.

On peut donc regarder, aujourd'hui, comme un fait évident, qu'indépendamment de la chaleur qu'elle reçoit du soleil, la terre a une chaleur propre, reste de son incandescence primitive. Nous insistons sur ce point, parce qu'il sert de base à tout l'édifice géologique.

La terre, comme chacun sait, a une *atmosphère* qui l'entoure, une *mer* qui couvre plus des deux tiers de sa surface,

enfin, une partie solide qu'on nomme *terre*, composée de roches extrêmement variées, soit à la surface, soit à diverses profondeurs.

L'*atmosphère* qui enveloppe la terre n'est point un élément, un corps simple, comme le croyaient les anciens. C'est un mélange intime de 21 parties d'oxygène et de 79 d'azote; à ces deux gaz viennent se joindre une très-petite quantité de vapeur d'eau et de gaz acide carbonique qui se dégagent incessamment de la surface du globe. Cette composition, sauf la vapeur d'eau et l'acide carbonique, a été trouvée la même dans tous les lieux et à toutes les hauteurs. M. Gay-Lussac, s'étant élevé dans un ballon jusqu'à 7,000 mètres, a pu y recueillir de l'air qui lui a donné, par l'analyse, les mêmes résultats.

La quantité de vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère augmente avec la température du climat; ainsi, elle est plus abondante dans la zone intertropicale que dans les zones tempérées, et plus dans les zones tempérées que dans les zones glaciales; de là, des pluies en général plus copieuses dans les pays chauds que dans les pays froids, plus abondantes en été qu'en hiver.

Les physiciens s'accordent à donner à la couche atmosphérique qui enveloppe la terre de toutes parts, en reproduisant sa forme sphéroïdale, une puissance d'environ quinze à seize lieues. La température de cette couche gazeuse décroît à mesure qu'on s'y élève. Des expériences directes ont constaté que l'air perd, en moyenne, environ un degré par 180 mètres de hauteur; ce qui explique pourquoi les sommets des hautes montagnes sont constamment couverts de neige, même sous l'équateur.

Comme les principaux gaz, l'air est soumis à la loi de Mariotte, c'est-à-dire qu'il se resserre ou se dilate, suivant qu'il est plus ou moins comprimé; d'où il suit que sa densité décroît à mesure qu'on s'élève. La pesanteur de l'atmosphère, soupçonnée par Galilée et découverte par Tor-

ricelli, fut mise hors de doute par Pascal; elle équivaut, au niveau de la mer, au poids d'une colonne d'eau de 10^{m},33, ou d'une colonne de mercure de 0^{m},76. On a trouvé qu'un homme de corpulence moyenne supporte un poids d'air d'environ 15,000 kilogrammes. Ce poids énorme, indispensable à notre existence, nous paraît nul, parce qu'il nous presse également dans tous les sens et qu'il est contrebalancé par la pression des fluides intérieurs que nous recélons dans nos organes. Dans l'état actuel de l'organisation, aucun animal ou végétal ne peut vivre à une pression moins forte que celle qui existe. L'homme, qui est peut-être, de tous les êtres de la création, le plus capable de supporter les plus grandes différences de pression atmosphérique. l'homme, parvenu à 7,000 mètres d'élévation, éprouve un malaise général; son sang tend à jaillir des vaisseaux qui le contiennent; la raréfaction de l'air rend sa respiration haletante; l'abaissement de la température vient encore ajouter à ses angoisses; il éprouve des syncopes, et sans doute ne tarderait pas à succomber, s'il s'aventurait dans l'espace au delà de certaines limites.

L'atmosphère n'est jamais dans un état complet de repos; toujours quelques-unes de ses parties se meuvent dans des directions variables et forment des courants d'air qu'on appelle *vents*. Les *vents généraux*, ou réguliers, proviennent de l'inégale répartition de la chaleur dans l'air, d'où résultent des différences de densité dans les diverses parties de la masse atmosphérique. Ainsi la chaleur, en dilatant l'air de la zone torride, et en l'obligeant à s'élever, produit, dans les régions inférieures de l'atmosphère, un courant qui afflue des zones glaciales vers l'équateur, pour remplacer l'air échauffé qui, à pression égale, est toujours plus léger que l'air froid. Quant aux *vents irréguliers*, ils proviennent de la prompte condensation des vapeurs dans le sein de l'atmosphère. En effet, lorsqu'une certaine quantité de vapeur d'eau se résout subitement en pluie, il en ré-

sulte un vide que l'air ambiant remplit aussitôt, ce qui ne peut avoir lieu sans exciter une secousse atmosphérique. Nous ne dirons rien des causes qui modifient la direction des vents, parmi lesquelles le mouvement de la terre joue le plus grand rôle; nous nous bornerons à constater que la vitesse de l'air est déjà considérable, et qu'elle produit un vent très-fort quand elle est de 10 mètres par seconde; mais, dans les ouragans, elle va jusqu'à 30 et même 40 mètres. C'est alors un fléau qui laisse sur son passage de nombreuses traces de dévastation.

A l'atmosphère se rattache un phénomène remarquable et digne de l'attention du géologue : nous voulons parler des *aérolithes*, masses minérales plus ou moins volumineuses qui viennent des espaces célestes, traversent l'atmosphère dans toutes les directions, et s'enflamment en se précipitant à la surface de la terre. Leur composition présente des quantités variables de silice, de fer, de magnésie, de soufre, de nickel, d'alumine et de chrome. Quelquefois ces pierres météoriques sont entièrement métalliques, et se composent alors de fer natif, souvent associé à du nickel, du chrome et même du cobalt, comme celle qu'on voit au Muséum d'histoire naturelle de Paris; mais toujours est-il, et cette circonstance est très-remarquable, que les éléments qui entrent dans leur composition se retrouvent tous dans l'écorce minérale de notre planète.

Pendant fort longtemps, on a douté de la chute de ces pierres; mais quand le fait fut reconnu incontestable, on chercha à l'expliquer de différentes manières. Aujourd'hui l'hypothèse la plus vraisemblable est, d'après M. Arago, celle qui les considère comme faisant partie de myriades d'astéroïdes se mouvant dans l'espace, et entrant, par suite de perturbations, dans l'atmosphère terrestre; là ces corps perdent graduellement de leur vitesse par la résistance de l'air, et se précipitent sur la terre.

On a découvert de si petites planètes, qu'on peut admet-

tre comme très-probable qu'il en existe de plus petites encore. Quoi qu'il en soit, quand les aérolithes tombent sur la terre, ils produisent au devant d'eux une compression considérable de l'air, compression assez forte pour dégager une quantité de chaleur telle, qu'ils en deviennent lumineux. C'est par suite de cet échauffement que les aérolithes détonnent et lancent leurs fragments en sens divers. Cette hypothèse, généralement admise aujourd'hui, rend compte de toutes les circonstances qu'on remarque dans la chute des pierres météoriques.

La superficie du globe se divise en terres et en mers. C'est autour du pôle Nord que les terres sont principalement groupées; elles y constituent deux immenses masses ou continents. Au Sud, il n'y a guère de vastes terres que l'Australie, et les parties méridionales de l'Amérique et de l'Afrique; mais on y remarque des milliers d'îles disséminées, tantôt isolées, tantôt groupées, quelquefois alignées dans certaines directions, comme si elles étaient les points culminants de longues chaînes de montagnes sous-marines.

Les continents sont couverts de parties saillantes qui s'élèvent au-dessus du sol environnant. On les nomme *montagnes* ou *collines*, selon que leur élévation est plus ou moins grande. Il est rare de trouver les montagnes isolées; le plus souvent, elles se présentent comme un grand massif de terrain élevé, diversement découpé par des vallées. Lorsqu'elles sont disposées en lignes, et qu'elles occupent une certaine étendue, elles prennent le nom de *chaînes de montagnes*. La réunion de plusieurs de ces chaînes dans un lieu déterminé forme un *groupe*, et l'on donne le nom de *système* à la réunion de plusieurs groupes liés entre eux. L'élévation des points culminants des systèmes est très-variable; quelques-uns ont à peine 500 mètres; d'autres, au contraire, en ont près de 8,000, comme ceux de l'Hymalaya et des Andes.

Les chaînes de montagnes sont nombreuses à la surface

du globe et dirigées en tous sens; de là vient qu'elles se coupent sous tous les angles et forment des réseaux plus ou moins compliqués. Nous verrons, quand nous traiterons des soulèvements, que l'apparition de ces chaînes se lie aux grandes perturbations géologiques que notre globe a éprouvées à différentes époques, et dont il conserve encore les témoignages irrécusables.

La hauteur des montagnes est du plus grand intérêt pour le géologue; c'est à l'aide du baromètre qu'il la détermine. Pour se faire une idée de cette opération, supposons qu'on plonge dans une cuvette pleine de mercure l'extrémité ouverte d'un tube en verre *fermé par le haut et entièrement privé d'air et de toute autre matière.* La pression que l'atmosphère exercera, par suite de sa pesanteur, sur la surface du métal, forcera celui-ci à pénétrer dans le tube et à s'y élever jusqu'à ce que le poids de la colonne de mercure, ainsi produite, contre-balance la pression atmosphérique. C'est là le principe de la construction du baromètre. Or, si de la plage on porte cet instrument sur la cime d'une montagne, il est évident que la colonne comprimante de l'atmosphère y étant plus courte qu'au niveau de la mer, le mercure de la cuvette sera moins chargé, conséquemment qu'il baissera dans le tube; et cet abaissement, se trouvant en rapport avec l'élévation de la montagne nous permettra d'apprécier cette élévation. En effet, il ne s'agira plus que de chercher par le calcul quelle est l'élévation correspondant à la longueur de la colonne barométrique. Des tables toutes faites donnent cette élévation; seulement il faut tenir compte des effets de la dilatation du mercure, produite par la chaleur.

La hauteur des terres au-dessus du niveau de la mer est très-variable. Quelques contrées sont complétement hérissées de montagnes, et, par conséquent, très-élevées; d'autres, moins accidentées, ne présentent que des collines, des coteaux; d'autres, enfin, sont presque entièrement planes.

offrant néanmoins, de distance en distance, des ondulations sensibles. Il est des plaines qui ne surpassent que de quelques mètres le niveau de la mer; d'autres sont au-dessous de ce niveau, comme une partie de la Hollande. On trouve aussi, à des hauteurs considérables et sur le faîte même des hautes chaînes de montagnes, de grandes surfaces planes; ce sont bien à la rigueur de véritables plaines; mais, afin de mettre plus de précision dans le langage, on les désigne sous le nom de *plateaux*, et on laisse celui de plaines à tous les sols plats d'une faible élévation. En général, c'est par des terrasses ou des plaines successives que les continents s'élèvent au-dessus du niveau de la mer; et les chaînes de montagnes qui les traversent en tous sens ne sont, comme nous le reconnaîtrons, que le résultat d'une cause puissante qui les a soulevées là où nous les voyons aujourd'hui. On remarque que certaines chaînes sont placées à la surface du globe de manière à décrire une portion de grand cercle; d'autres sont disposées sur un grand cercle différent plus ou moins incliné sur le premier. Nous pourrions citer plusieurs exemples de ces bourrelets de la terre ayant la même direction et un prolongement quelquefois considérable; mais notre but étant d'exposer les faits géologiques dans un cadre concis, qui permette d'en saisir l'ensemble, nous écartons les détails peu importants.

Les *sources* sont un phénomène aussi simple dans son origine que curieux dans ses effets; elles donnent naissance à des rivières et à des fleuves. Si les hautes montagnes sont plus riches en sources que les plaines, c'est que, par suite de leur élévation, leurs cimes portent souvent des neiges perpétuelles qui, en fondant à certaines époques, alimentent d'eau toutes les contrées voisines; mais comme cet effet cesserait à la longue si la cause ne se renouvelait, la nature y a pourvu : aussi voit-on l'eau tomber à l'état de neige sur la plupart des points culminants du globe, et balancer ainsi l'effet de la fonte des glaciers.

On appelle *eaux thermales* des eaux chaudes qui sortent du sein de la terre ; leur température est quelquefois voisine de celle de l'eau bouillante. Ces eaux sont surtout communes dans les contrées volcaniques ; la France possède plusieurs sources thermales en Auvergne et dans les Pyrénées, etc. Dans l'état actuel de nos connaissances, la thermalité des sources ne peut être attribuée qu'à la chaleur centrale. En effet, les eaux s'infiltrent de l'extérieur au travers des parties poreuses et fissurées de l'écorce du globe ; parvenues à une certaine profondeur, elles y séjournent, s'y échauffent, et, se frayant quelquefois un chemin par des fissures, elles viennent sourdre à la surface avec une température d'autant plus élevée, qu'elles sortent de profondeurs plus considérables. Ceci posé, on comprend aisément que la température des sources thermales doit être constante ; car, en traversant les roches qui leur livrent passage, ces eaux ne peuvent perdre qu'une faible portion de leur calorique.

Quant aux *eaux minérales*, on les nomme ainsi parce qu'elles tiennent en dissolution certaines substances minérales. Elles paraissent intimement liées aux eaux thermales et ont une origine commune. On les trouve à toutes les latitudes, dans toutes les contrées, mais plus fréquemment dans les lieux voisins des volcans anciens et modernes.

Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que, bien que la température des eaux thermales soit quelquefois très-élevée, elle ne s'oppose pas à l'existence de certains êtres organisés. On a trouvé de petits insectes dans des sources qui marquent 60 et 65° de chaleur. Dans les îles Philippines, on cite des eaux thermales encore plus chaudes, où l'on a trouvé des traces de végétation.

Si nous examinons maintenant le fond des mers, d'après les connaissances acquises à l'aide des sondages pratiqués sur une multitude de points, nous voyons que ce fond est quelquefois à peu de distance sous les eaux, et constitue ainsi des *bancs, des hauts-fonds*. Dans certains parages, la sonde si-

gnale des profondeurs variables ou de plns en plus grandes à mesure qu'on s'éloigne d'un point situé lui-même plus ou moins profondément sous l'eau, ce qui indique une montagne sous-marine. D'autres fois, au contraire, plusieurs sondages d'égale profondeur et répétés à de certaines distances les uns des autres, sur une grande étendue, annoncent une vaste plaine. En d'autres endroits, on ne trouve pas le fond à cinq ou six mille mètres, point le plus bas auquel on soit parvenu à descendre la sonde. Enfin, on sait que près des côtes plates, la mer est peu profonde, et que le sol s'y abaisse graduellement en pente douce, et à des distances plus ou moins considérables. Près des falaises, des côtes accidentées, la profondeur est, au contraire, presque toujours très-grande et s'accroît rapidement encore, à mesure qu'on s'en éloigne. L'ensemble de ces observations nous démontre que le sol immergé présente, comme le sol émergé, une surface très-accidentée; ainsi, la cause soulevante qui a produit les aspérités des continents, a étendu aussi son action jusqu'au fond des mers, et ce fond n'est, en réalité, que la continuation du relief à découvert, présentant çà et là une multitude d'îles pour points culminants.

On a longtemps soutenu que le niveau des mers éprouvait un abaissement continu; mais il n'en est rien. Des observations exactes et faites à peu près dans tous les ports, ont constaté que ce niveau peut être considéré comme invariable; et tout porte à croire qu'il en a été toujours ainsi depuis les temps historiques. C'est ce qu'au reste nous démontrerons quand nous traiterons des soulèvements et des affaissements de l'écorce terrestre, phénomènes qui avaient pu faire croire à l'élévation ou à l'abaissement progressif du niveau de la mer.

On sait que l'Océan subit des oscillations régulières et périodiques qu'on appelle *marées*. Ces marées sont produites par l'attraction du soleil et surtout de la lune. Si les marées

sont presque insensibles dans certaines petites mers, comme la Méditerranée par exemple, c'est parce que les ouvertures par où elles communiquent avec l'Océan sont tellement étroites, que, dans un temps si court, ces mers ne peuvent recevoir assez d'eau pour que leur niveau en soit sensiblement élevé. La lune passe d'ailleurs si rapidement au-dessus de leur surface, qu'il n'en résulte dans les eaux aucun effet d'attraction bien appréciable.

Par suite de la chaleur solaire, l'eau de la mer s'évapore; sous cette nouvelle forme, elle s'élève dans l'atmosphère, y produit des nuages qui ensuite se résolvent en pluie, neige ou grêle. Cette eau tombe sur la terre, y coule, s'y charge de différentes substances qu'elle tient en suspension ou en dissolution, puis se réunit en ruisseaux, en rivières, en fleuves, qui la portent dans un immense réservoir, où elle est encore agitée de divers mouvements, et d'où elle sort pour s'élever de nouveau dans l'air et continuer perpétuellement cette circulation.

Les divers principes que nous venons d'exposer brièvement nous serviront de guide dans le cours de cet ouvrage; et, conjointement avec la connaissance des faits géologiques, nous aideront à dissiper peu à peu les nuages que nous avons à percer pour asseoir nos conjectures sur des bases solides et rationnelles.

CHAPITRE II.

—

es agents plutoniques.

re; cause de ce phénomène. — Tremblements de terre lèvements et affaissements de l'écorce terrestre; exem- Volcans; éruptions; solfatares. — Volcans éteints.

aintenant passer en revue les divers phé- difient la surface du globe; car ce n'est que nce du mode d'action des éléments natu- nent sous nos yeux que nous pourrons événements accomplis, d'après la marche omplissent actuellement.

omènes qui modifient la surface du globe, ne sous le nom de *tremblements de terre* puissants. Son action se fait sentir tantôt rès-limité, tantôt sur une étendue de pays durée est très-courte; rarement elle dé- it secondes. Quelquefois l'agitation du sol le ne laisse aucune trace; d'autres fois, au si violente qu'elle fait un monceau de rui- tière.

e phénomène s'annonce par des bruits ments souterrains; des trépidations plus lu sol se font ensuite sentir pendant quel-

ques instants seulement, et se répètent un certain nombre de fois avec plus ou moins de rapidité et de violence. La direction de ces secousses est très-variable : ce sont des oscillations tantôt horizontales, tantôt verticales ; ici, c'est une espèce de mouvement ondulatoire qui semble se propager dans une direction déterminée ; là, c'est un tournoiement véritable ; enfin, ces différentes secousses ont lieu parfois simultanément dans la même contrée.

Quand l'agitation du sol est légère, on en est averti, dans les lieux habités, par le tintement des cloches et par le mouvement des meubles ; si le tremblement acquiert une certaine intensité, les maisons se lézardent, les cheminées s'ébranlent et tombent ; mais, si le phénomène se présente dans tout son développement, alors rien ne résiste à son action, et les monuments les plus solides s'écroulent comme des châteaux de cartes élevés par la main d'un enfant. Non-seulement ce redoutable fléau renverse des villes, mais il a quelquefois assez de puissance pour rendre méconnaissable l'aspect du sol qu'il a ébranlé. Les arbres sont déracinés ; d'innombrables fissures se montrent dans toutes les directions ; des montagnes entières disparaissent et vont couvrir de leurs débris les plaines qu'elles dominaient ; le cours des rivières est interrompu ; les lacs sont subitement desséchés ; ailleurs, au contraire, des sources jaillissent dans les lieux qui en étaient privés. La mer, quand elle est voisine, participe aux mouvements de la terre : on l'a vue se retirer précipitamment et revenir ensuite avec une violence extrême pour tout envahir, ajoutant ainsi l'horreur de l'inondation à la catastrophe la plus épouvantable. C'est ce qui arriva, en 1755, lors du tremblement de terre de Lisbonne.

Nous avons dit que l'étendue de pays qui peut être agitée par ces convulsions du sol est très-variable. Quelquefois le phénomène se trouve circonscrit dans un espace de quelques lieues ; d'autres fois, au contraire, il agit sur une no-

table partie de la terre. En 1601, il y eut un tremblement de terre qui ébranla une partie de l'Europe et de l'Asie. Le tremblement de terre de Lisbonne s'étendit jusqu'en Laponie, d'une part, et jusqu'aux Antilles, de l'autre; on en ressentit aussi les secousses dans quelques contrées de l'Afrique, notamment au Maroc, où plusieurs villes furent renversées. Ces exemples, que nous pourrions multiplier indéfiniment, semblent indiquer de grandes communications souterraines entre les diverses parties de la croûte solide du globe; et l'on peut dire, en général, qu'il ne se passe pas de jour sans qu'un tremblement de terre plus ou moins remarquable se fasse sentir sur quelques points de la surface du globe.

Le retour des tremblements de terre n'est soumis à aucune périodicité, dans quelque pays que ce soit. On remarque seulement que ces phénomènes sont plus fréquents dans les contrées volcaniques, là où il existe des eaux thermales en abondance, tandis que les terrains uniquement formés de couches de sédiments en sont presque toujours exempts. Le tarissement des sources, la sortie des reptiles qui habitent sous terre, les cris de certains animaux, paraissent les signes les plus certains des agitations que le sol va éprouver. Lors de ces grandes convulsions de la nature, l'épouvante se manifeste même chez les oiseaux; on en a vu, dans une agitation extrême, voler sans direction déterminée, tourbillonner et s'abattre comme frappés de vertige.

De toutes les opinions émises jusqu'à ce jour pour expliquer le phénomène des tremblements de terre, la seule admissible est celle qui les attribue à l'action des feux internes de la masse centrale du globe. Dans cette hypothèse, la couche superficielle de la matière fluide et incandescente, celle qui tend continuellement à se solidifier, par suite du refroidissement incessant, donne lieu, en changeant d'état, à un dégagement de gaz et de vapeurs qui, ne trouvant pas

toujours une issue par des fissures ou par des cheminées volcaniques, s'accumulent, se compriment, jusqu'à ce que leur élasticité, encore surexcitée par la forte chaleur qui règne autour d'eux, ait assez de puissance pour triompher de toute résistance. Alors ils s'échappent avec violence par les points les plus fracturés, en imprimant au sol des secousses et des agitations, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli entre la poussée et la résistance.

Un fait à l'appui de ce raisonnement, c'est que les commotions qui agitent le sol semblent cesser lorsque, dans les pays qui en sont affectés, il s'ouvre une bouche volcanique facilitant la sortie des gaz. Lima était autrefois victime des tremblements de terre ; il ne se passait pas d'années sans qu'on eût à y déplorer de nouveaux malheurs. Un jour, les détonations furent plus fortes ; la terre s'ébranla plus violemment ; il y eut un bouleversement général, qui donna naissance à cinq volcans sur la partie la plus voisine des Cordilières. Depuis cet événement, la capitale du Pérou n'éprouve plus que de faibles tremblements de terre ; les gaz ayant actuellement, dans cette contrée, des cheminées pour s'échapper de l'intérieur de la terre, leur compression ne peut plus produire de grandes agitations dans le sol. On a fait la même observation lors de la formation du *Monte-Nuovo* en Italie et du *Jorullo* au Mexique. Ainsi les volcans actifs sont comme autant de soupapes de sûreté préparées par la Providence pour prévenir de plus grandes catastrophes ; et l'on observe que, lorsque ces évents naturels se ferment ou quand les volcans s'assoupissent, les tremblements de terre redeviennent plus intenses et plus fréquents dans les contrées volcaniques.

On avait aussi pensé, pour expliquer les tremblements de terre, que l'attraction du soleil et surtout celle de la lune devait se faire sentir sous la voûte des couches solidifiées de la terre, et qu'il en devait résulter, dans la masse en fusion, un flux et un reflux analogues à ceux qui ont lieu à la surface

de l'Océan ; mais ces oscillations, dont l'existence est probable, ne sauraient être que très-faibles, à raison de la pesanteur de la matière liquéfiée et de sa moins grande mobilité, en sorte que ces marées internes sont étrangères au phénomène qui nous occupe.

Les tremblements de terre n'ont pas lieu seulement sur les continents ; ils se manifestent aussi au fond de la mer, et communiquent aux eaux une agitation plus ou moins sensible. Nous avons été assez heureux pour être témoin d'un *tremblement de terre sous-marin*. Voici, en peu de mots, comment le fait se passa et à quelle étrange méprise il donna lieu. Nous revenions de la côte occidentale d'Afrique, et nous cinglions vers le Brésil. A la hauteur de l'îlot de l'Ascension, le 14 octobre 1841, à cinq heures du soir, courant sous toutes voiles, par une faible brise de nord-est qui nous faisait filer cinq à six nœuds, soudain le navire éprouva, durant quelques secondes, un mouvement particulier qui nous fit croire qu'il venait de toucher sur un fond sableux. La terreur fut si grande, qu'en un instant tout le monde se trouva sur le pont, et que, sans attendre aucun commandement, les matelots se précipitèrent sur les manœuvres pour amener les voiles et diminuer ainsi l'effet de l'échouement. Cependant le navire continuait à se mouvoir librement, et la surface de la mer n'avait pas sensiblement changé d'aspect. On jeta précipitamment douze à quinze brasses de sonde sans trouver aucun fond. Tout le monde était ébahi ! Alors le maître d'équipage se chargea d'interpréter ce fait si singulier. Il prétendit qu'un bâtiment avait probablement sombré dans cet endroit peu profond, et que nous venions de passer sur un de ses étais, gros cordages qui servent à assujettir les mâts entre eux. Cette explication nous paraissait d'autant plus vraisemblable, que la quille seule semblait avoir frotté sur quelque chose de résistant. Chacun revenait de sa frayeur, lorsque, dix minutes plus tard, le même phénomène se reproduisit. Nouvelle terreur ! On sonda de-

rechef à une assez grande profondeur sans trouver fond. Cette fois, le phénomène fut mieux observé : la mer nous parut devenir quelque peu blanchâtre ; ses vagues s'allongèrent ; mais il ne se manifesta ni odeur ni gaz. Nous comprîmes néanmoins que nous venions d'éprouver l'effet d'un tremblement de terre sous-marin, et nous nous hâtâmes de quitter ces parages.

Les principaux effets des tremblements de terre sur le sol émergé sont de le bouleverser, et d'y former quelquefois des crevasses plus ou moins larges. On y remarque des fissures isolées, bifurquées; d'autres réunies en rayons divergeant autour d'un centre commun, comme sur une vitre brisée par une pierre. Parmi ces fissures, les unes restent béantes après la commotion ; d'autres se referment aussitôt. Ailleurs, on voit, sur une étendue plus un moins considérable, le sol changer de forme et de position, et présenter une foule de circonstances diverses qui le rendent méconnaissable aux yeux même des habitants de la contrée.

Les résultats de la force expansive des gaz souterrains ne s'arrêtent pas là. Des faits aujourd'hui bien constatés nous apprennent que, dans plusieurs localités, *le sol se soulève*, et qu'en d'autres il s'*affaisse*. Les tremblements de terre arrivés de nos jours au Chili y ont produit des effets remarquables. Quelques parties de cette contrée se sont élevées sur une étendue de plus de 800 kilomètres. Un vaisseau qui s'était brisé sur la côte, et dont les curieux ne pouvaient aller qu'en bateau examiner les restes, se trouva complétement à sec après un tremblement de terre. On remarqua aussi, non sans surprise, que l'eau des plus hautes marées n'atteignait plus les roches sur lesquelles adhéraient encore des mollusques qui moururent bientôt. Sur d'autres points de la même côte, le fond de la mer a changé sensiblement : des mouillages, jadis connus et d'une profondeur déterminée, sont aujourd'hui impraticables, à cause des hauts-fonds qui y sont brus-

quement survenus. Ici il faut, de toute nécessité, admettre ou que le niveau de l'Océan s'est abaissé, ou que la contrée dont nous parlons a été soulevée. Or, on ne peut qu'admettre cette dernière explication, puisque le niveau de la mer n'a pas changé dans les contrées voisines du Chili, ce qui serait arrivé si l'Océan s'était réellement retiré sur un point de la côte occidentale d'Amérique.

Cette mobilité du sol se manifeste quelquefois d'une manière graduelle et sans mouvements apparents. Un soulèvement de ce genre a lieu maintenant sur un espace considérable de la Suède et de la Norwége. Pour mieux constater ce phénomène, on a fait, dans la Baltique, des entailles sur des rochers à fleur d'eau ; et, en les visitant d'année en année, on a pu reconnaître une dépression apparente de cette mer ; mais, comme cette dépression n'est pas la même dans tout le littoral de ce bassin, il faut conclure, encore une fois, que c'est le sol qui s'élève graduellement en certains endroits. Nous pourrions citer plusieurs autres faits récemment observés et identiques à ceux-ci ; mais ils sont trop nombreux pour trouver place dans un ouvrage élémentaire.

On a aussi des preuves d'affaissements lents et progressifs. On voit, sur la côte occidentale du Groënland, les débris d'anciennes habitations submergées qui certainement n'ont pas été construites dans cette situation. Plusieurs îles de la mer du Sud éprouvent aussi un pareil affaissement.

Les traditions historiques de tous les temps, de tous les lieux, relatent des faits exactement semblables à ceux que nous venons de mentionner. Partout il est question de terrains affaissés ou soulevés ; mais ces phénomènes sont exprimés par les historiens d'une manière singulière. C'est ainsi qu'ils annoncent tantôt que la mer a envahi des côtes en exhaussant le niveau de ses eaux, tantôt qu'elle s'est retirée en laissant à sec de nouvelles terres. Cette dernière version paraissait d'autant mieux fondée qu'on l'étayait sur des faits apparents. L'exemple de quelques ports

comblés par des alluvions ou des atterrissements avait accrédité cette opinion. On citait Aigues-Mortes, en Provence, où s'embarqua saint Louis, au treizième siècle, pour aller guerroyer en Palestine, et qui est maintenant éloigné de la plage de quelques kilomètres ; mais il est aujourd'hui parfaitement constaté que le niveau de la mer n'a subi, dans cette localité, aucune variation, et que le petit port de cette ville existerait encore si l'on voulait le débarrasser des sables et des vases qui l'encombrent.

Depuis environ deux ou trois mille ans qu'on a des points de comparaison, aucun changement sensible n'a été constaté dans le niveau ou dans le volume des eaux de la mer ; sa masse paraît être dans un état stationnaire. Tout le monde sait que les lois de l'hydrostatique s'opposent à ce qu'un liquide présente, en un point de sa surface, ni soulèvement, ni affaissement permanent, et que le niveau doit partout se rétablir aussitôt que cesse d'agir la cause quelconque qui pourrait le troubler. Il s'ensuit que les eaux ne peuvent s'élever ou s'abaisser en un point de l'Océan sans subir la même élévation ou la même dépression dans tous les points de ce vaste bassin. Or, comme nous connaissons des milliers de localités où la mer n'a subi aucune variation, depuis les temps historiques les plus reculés, nous sommes en droit de conclure que son niveau n'a pas changé. Ainsi, d'après les faits précédemment énoncés, il faut, au lieu de l'immuabilité du sol qu'on supposait naguère, admettre aujourd'hui celle du niveau des mers, et reconnaître que la surface solide du globe est sujette à une action en vertu de laquelle il s'y fait, d'une manière lente ou brusque, des soulèvements et des affaissements.

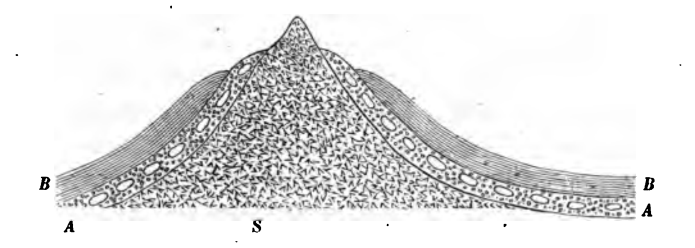
Les grandes dislocations que le globe a éprouvées paraissent être aussi, selon quelques géologues, le résultat de la contraction de l'écorce terrestre par suite du refroidissement : le retrait produit sur cette écorce étant plus grand que celui qu'éprouve en même temps la masse centrale, la

pression qui en résulte contraint les matières fluides intérieures à se frayer un passage au travers de l'enveloppe solide. En d'autres termes, le contenant, après son retrait, n'ayant plus assez de capacité pour loger le contenu, se fracture, et la lave est forcée de s'élever par les fissures qu'elle rencontre. Selon d'autres géologues, au contraire, le retrait de la partie superficielle de la masse fluide s'effectue plus rapidement que celui de l'enveloppe solide qui la contient. « Alors, dit M. Élie de Beaumont, la croûte solide, forcée par son propre poids de suivre ce mouvement interne, s'écrase sur elle-même, produit une ride à la surface de la terre, et, réagissant sur la matière pâteuse située au-dessous d'elle, force une partie de cette dernière à s'élever en formant les axes d'un système de chaînes de montagnes. » Tel serait le mécanisme qui aurait déterminé le soulèvement des montagnes, et l'existence de ces lignes innombrables de fractures qu'on remarque dans l'écorce terrestre et dans l'interstice desquelles s'est glissée la matière éruptive.

Indépendamment des faits que nous avons signalés et qui sont constants, l'existence des soulèvements et des affaissements n'est pas, comme on pourrait se l'imaginer, une idée hasardée et purement gratuite; nous verrons, au contraire, à mesure que nous avancerons, qu'elle est parfaitemen fondée et qu'elle découle d'observations aussi nombreuses que précises. Les résultats généraux auxquels ont donné lieu les savantes recherches de MM. de Buch et Élie de Beaumont, établissent comme une vérité démontrée qu'à différentes époques les chaînes de montagnes se sont formées par voie de soulèvement. Depuis l'adoption de cette théorie, la plupart des obstacles qui embarrassaient les géologues ont disparu de la science; ainsi, l'inclinaison des couches sédimentaires qui ont dû se déposer sous les eaux dans une position à peu près horizontale s'explique naturellement par un soulèvement. On s'explique aussi comment des mollusques, qui n'ont pu vivre que dans les profondeurs

des mers, se trouvent aujourd'hui, par couches souvent très-puissantes, à 3 ou 4,000 mètres au-dessus du niveau de l'Océan : c'est que le fond de la mer, où s'étaient à la longue accumulés ces animaux, a été postérieusement soulevé à une hauteur plus ou moins considérable.

Une autre preuve irrécusable des soulèvements se tire de la position des galets ovoïdes que recèlent les couches sédimentaires s'appuyant sur les montagnes. Il est de toute évidence que ces cailloux allongés ont dû se déposer horizontalement sous les eaux, dans le sens de leur grand axe, par la raison qu'un œuf ne se tient pas debout. Cependant on remarque que là où les couches sont inclinées, les grands axes de ces cailloux sont inclinés également, et que, quand ces couches sont presque verticales, les grands axes de ces cailloux sont aussi presque verticaux. La figure suivante donne un exemple de cette disposition : les galets disséminés dans la couche de poudingue *A* sont placés parallèlement à la stratification des couches *A* et *B*, soulevées par la montagne *S*, et leurs grands axes sont alignés dans le même sens.



Il est donc évident que les strates qui contiennent des galets ovoïdes ainsi placés ont été dérangées de leur position primitive.

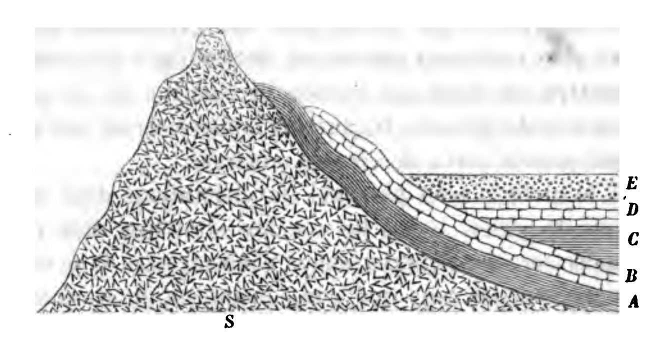
Nous pourrions citer encore plusieurs autres preuves des soulèvements du sol. Un volume suffirait à peine pour men-

tionner toutes les circonstances, tous les détails relatifs à ces phénomènes qui n'ont jamais cessé d'agir depuis la solidification de la première pellicule du globe. Si l'on réfléchit aux nombreuses relations de faits analogues différemment interprétés par les auteurs, aux événements de ce genre plus nombreux encore aux anciens âges du monde, on restera convaincu que l'action permanente de ces phénomènes a dû ébranler, fracturer et bouleverser en tout sens la plus grande partie de l'écorce minérale.

Si le globe n'avait pas subi les dislocations dont nous venons de parler, toutes les couches stratifiées dont il se compose seraient rigoureusement concentriques et se trouveraient sous les eaux qui, conséquemment aussi, couvriraient toute la surface de notre planète; mais nous savons qu'il en a été autrement. Une étude approfondie de la position et de l'inclinaison des couches sédimentaires a conduit M. Élie de Beaumont à signaler en Europe dix-neuf systèmes ou époques principales de soulèvement dans un ordre chronologique.

Dans chacun de ces soulèvements principaux on rencontre deux classes distinctes de couches sédimentaires provenant de la désagrégation des roches préexistantes et déposées par les eaux. Les unes, déjà formées quand la chaîne a surgi, ont été contournées et redressées plus ou moins verticalement; les autres, de formation postérieure au soulèvement, se sont, au contraire, déposées horizontalement jusqu'au pied de la montagne; en sorte que l'apparition d'une montagne date de l'époque intermédiaire entre le dépôt des couches soulevées et le dépôt des couches horizontales. Un seul exemple suffira pour faire comprendre ce qui précède, et mettre à même d'apprécier l'âge relatif des masses soulevantes ainsi que celui des masses soulevées et non-soulevées qui les accompagnent. Dans la figure suivante, le soulèvement de la montagne *S* a redressé les couches *A* et *B*, qui étaient primitivement horizontales. Les couches *C D E* ont

donc été déposées postérieurement au redressement des couches *A* et *B* ; ainsi, le soulèvement *S* a nécessairement eu lieu après le dépôt de la couche *B* et avant celui de la couche *C*.



Cette découverte remarquable de l'âge relatif des soulèvements par la position des couches sédimentaires redressées est si rigoureuse et si bien établie, que M. Élie de Beaumont a pu mettre en rapport les dix-neuf systèmes de soulèvements, dont nous avons parlé, avec un pareil nombre de lignes de partage que présente la série des terrains sédimentaires. On a cru reconnaître aussi que les chaînes de montagnes parallèles entre elles sont contemporaines, et qu'elles supportent par conséquent des terrains de même âge. Cette dernière assertion, qui n'est pas encore rigoureusement démontrée, se lie intimement avec un fait découvert par Werner, au commencement de ce siècle : On sait que, par la seule observation, ce fondateur de la géologie avait été amené à conclure que, dans un même district de gîtes métallifères, tous les filons parallèles entre eux étaient à la fois de même nature et de même âge.

Telle est l'explication théorique des soulèvements, que devait nécessairement amener la description des tremblements de terre. Continuons à passer en revue les autres phénomènes géologiques qui se manifestent sous nos yeux ; et di-

sons d'abord qu'à la suite des violentes commotions qui bouleversent le sol, il se manifeste des ouvertures temporaires ou permanentes qui établissent quelquefois une communication directe entre la masse incandescente du globe et l'atmosphère ; alors, d'une profondeur inconnue surgissent des matières en fusion qui constituent ce qu'on appelle un *volcan*.

Les *volcans* ont la plus étroite liaison avec les tremblements de terre, ils en sont en quelque sorte les derniers résultats. On rencontre ces bouches ignivomes à toutes les latitudes ; mais elles sont en plus grand nombre dans les archipels des îles de l'Océanie et sur la chaîne des Andes, dans l'Amérique méridionale. En général, les volcans en activité connus aujourd'hui dans les deux hémisphères s'élèvent à plus de 400, et l'on peut supposer que le nombre de ceux dont la position n'est pas encore déterminée doit être assez considérable.

Lorsqu'on examine avec attention leur distribution, on s'aperçoit bientôt qu'elle n'est point due au hasard. En effet, les volcans paraissent suivre certaines lignes déterminées par les grandes chaînes de montagnes, comme s'ils étaient les soupiraux d'une longue galerie souterraine ; aussi est-il probable que, le plus souvent, ces espèces de cheminées s'entr'aident mutuellement pour donner issue aux gaz emprisonnés dans l'intérieur du globe. Il existe aussi des volcans centraux, isolés ou rassemblés d'une manière irrégulière ; et, dans ce cas, leur communication directe n'est plus aussi aisée à expliquer.

On remarque que la plupart des fissures et des orifices volcaniques dégagent continuellement et versent dans l'atmosphère une grande quantité de carbone combiné avec l'oxygène, sous forme d'acide carbonique. Nous nous appuyerons plus tard sur cette observation pour montrer qu'aux anciennes époques géologiques l'atmosphère devait être saturée de ce même acide carbonique, et que c'est probable-

ment en partie à cette cause, jointe à une température élevée, qu'il faut attribuer le développement gigantesque de la végétation durant la période carbonifère.

Les cratères volcaniques ne rejettent pas continuellement des matières embrasées, des vapeurs, etc.; ils ont des temps d'arrêt, des repos plus ou moins longs. Le Vésuve dormait depuis un temps immémorial quand il se réveilla tout à coup, l'an 79, sous le règne de Titus, et engloutit dans ses cendres Pompéï, Herculanum et Stabia. Il s'assoupit de nouveau à la fin du quinzième siècle, et la végétation s'y était tellement développée que, lorsque, en 1630, il reprit son activité, son sommet et jusqu'à son cratère étaient couverts d'arbres et d'habitations.

En ce qui concerne les *éruptions*, voici comment se passe cet imposant phénomène : Les premiers symptômes sont presque toujours des mugissements souterrains, le plus souvent analogues au bruit d'une décharge d'artillerie. La fumée se développe de plus en plus; bientôt le bruit acquiert une nouvelle intensité; les eaux de la contrée s'altèrent et disparaissent en partie; la terre tremble : tout annonce qu'elle est en travail. La fumée, toujours plus abondante, s'élève dans l'atmosphère sous la forme d'une immense colonne ou d'un nuage qui obscurcit le jour. A ces dégagements de gaz succèdent des projections de fragments ignés, de cendres embrasées, dont la lueur sinistre contraste d'une manière effrayante avec les ténèbres momentanées de l'atmosphère. Quelquefois c'est à ces seuls phénomènes que se bornent les éruptions; mais, ordinairement, le bruit et les secousses redoublent; au milieu de ces convulsions, la lave, qui bouillonnait dans le cratère, s'élève jusqu'à son sommet; et, franchissant ses bords, se répand sur les flancs du volcan, tantôt avec rapidité, tantôt, et le plus souvent, comme un fleuve majestueux qui roule tranquillement ses ondes incandescentes.

Ainsi ont lieu les éruptions des volcans situés à une faible

élévation, comme le Vésuve; mais, dans les volcans établis à de grandes hauteurs, il est rare de voir déborder la lave par-dessus le cratère; c'est presque toujours par ses flancs qu'elle s'échappe: les parois qui la contiennent ne pouvant résister à son immense pression, cèdent et s'entr'ouvrent; alors la matière fondue jaillit par cette nouvelle issue avec abondance; et, ne respectant dans sa course que les lois du mouvement, en vertu desquelles les fluides se portent successivement sur des niveaux de moins en moins élevés, elle se répand sur le sol, entraînant ou brûlant tout ce qui se trouve sur son passage.

La marche des courants de laves varie suivant l'inclinaison des pentes; elle ne s'arrête que sur un sol à peu près horizontal où elle s'accumule sous forme de galettes, en ne laissant derrière elle qu'une légère couche de fragments incohérents et scoriacés.

Quelquefois, les phénomènes éruptifs se reproduisent à différentes reprises avec une nouvelle intensité; mais le plus souvent les convulsions du sol diminuent, les explosions cessent, le calme renaît, et le volcan, comme assoupi des fatigues de la lutte, rentre dans un repos dont la durée est plus ou moins prolongée.

On se demande quelle est la cause qui élève la matière ignée jusqu'à 3 ou 4,000 mètres de hauteur, comme dans les volcans très-élevés. On attribue généralement cette élévation à la pression de l'écorce solide sur la matière fluide de la masse centrale. Une autre hypothèse ingénieuse consiste à supposer la matière incandescente douée d'une force expansive, aussitôt qu'elle se trouve en communication directe avec l'atmosphère; alors elle se boursoufle et augmente de volume jusqu'à ce qu'elle se déverse, comme fait en pareil cas la bière d'une bouteille.

Le sommet de l'Etna est une des plus grandes hauteurs qu'aient atteint l'élévation des laves. A cette hauteur (3,000 mètres environ), une colonne d'eau qui y serait portée équi-

vaudrait à une pression de 300 atmosphères; mais, comme la lave est beaucoup plus pesante que l'eau, et qu'elle vient d'un niveau bien inférieur au niveau de la mer, si, comme tout porte à le croire, c'est la pression de l'écorce solide qui force la lave à s'élever jusqu'au cratère de l'Etna, on comprend que cette force doit être des plus considérables.

Quant à la projection de fragments embrasés et plus ou moins pulvérulents, elle est due au dégagement de gaz qui s'échappent du foyer central. Aussitôt que, par leur élasticité, ces gaz ont acquis une force suffisante, ils font explosion et lancent tout ce qui se trouve sur leur passage, et jusqu'à des blocs de roches quelquefois très-volumineux. Sans la présence de ces gaz, il n'y aurait pas de projection, et la lave, en montant, se déverserait simplement, comme se déverse le liquide d'un vase trop plein.

La quantité, quelquefois énorme, de matières fondues que rejettent les volcans, provient évidemment du foyer incandescent du globe; car souvent certaines coulées éruptives pourraient à peine être contenues dans la montagne qui leur livre passage. D'ailleurs, cette émission, qui se continue pendant des intervalles de temps considérables, s'oppose à toute autre explication. Comment en serait-il autrement en présence des grandes coulées d'Islande, qui s'étendent quelquefois à plusieurs dizaines de kilomètres du cratère?

Un autre genre de phénomène se rattachant à la cause volcanique résulte des gaz qui se dégagent, le plus souvent, des volcans éteints ou assoupis; telle est la *solfatare* des champs phlégréens de Pouzzoles, dans le royaume de Naples. Depuis les traditions les plus reculées, cette contrée n'a fourni aucune éruption; et cependant les traces volcaniques y sont en quelque sorte manifestes par la présence d'un grand nombre de fumerolles qui déposent un enduit sulfureux sur les masses minérales environnantes. Sans doute cette contrée n'est plus sujette aux éruptions, parce que sa commu-

nication avec le foyer central est interceptée ou n'est pas aussi directe que celle des volcans en activité.

De même qu'il y a des tremblements de terre sous-marins, il y a aussi des *volcans sous-marins* ; leur existence est incontestable, et si l'on n'en connaît qu'un petit nombre, c'est que leur apparition au sein des eaux est presque constamment suivie d'une destruction plus ou moins complète. C'est un volcan sous-marin qui, par ses déjections, donna naissance, en 1831, à l'île Julia, près de la Sicile. Il en fut de même de Bogoslaw, en 1814, dans l'archipel des Aléoutes. Suivant les narrations les plus authentiques, il y a eu des volcans sous-marins aux Açores, en Islande, dans les Antilles, et probablement aussi dans toute l'étendue de l'océan Pacifique où chaque île est, pour ainsi dire, le résultat d'un volcan ou d'un soulèvement.

Le surgissement, sous les eaux, de matières volcaniques, est précédé de tremblements de terre nombreux et prolongés. La surface de la mer est agitée comme un liquide en ébullition; les vapeurs s'élancent dans les airs et sont bientôt suivies d'une projection de cendres, de *rapilli*, de laves, qui s'accumulent, s'entassent et constituent le sommet d'un cône semblable à ceux de l'Etna et du Vésuve, mais plus ou moins irrégulier, à cause de la mobilité de l'eau. On comprend que l'action des vagues détermine souvent l'éboulement de la partie supérieure de ces matériaux incohérents, qui se déposent alors vers la base du cône volcanique, ainsi qu'il est arrivé à l'île Julia (nommée Nérita par les Anglais) ; mais les choses ne se passent pas toujours ainsi, et la plupart de ces îles naissantes continuent à s'agrandir, soit par l'effet d'une poussée de bas en haut, soit, plus souvent encore, par l'accumulation de nouvelles déjections. C'est probablement ainsi qu'ont été formées la plupart des îles volcaniques de la Méditerranée et des autres parties du monde.

Il n'est pas inutile d'ajouter ici que les matières incandescentes qui sortent du foyer central s'injectent dans toutes

les fissures résultant de l'ébranlement du sol, et qu'elles modifient par contact la texture de certaines roches sédimentaires. Ceci ne surprendra personne, si l'on considère que cette matière qu'on appelle lave, et dont l'apparence est semblable à celle du fer fondu, possède une chaleur bien supérieure à celle de nos fourneaux.

Quand les laves sont solidifiées, elles présentent entre elles des différences sensibles. Cela provient, d'abord de leur refroidissement plus ou moins rapide, circonstance qui influe sur leur texture; et probablement aussi du manque d'homogénéité de la matière ignée sur tous les points du globe; en sorte que les déjections volcaniques anciennes et modernes peuvent se montrer sous un grand nombre d'aspects.

Le refroidissement des laves est en raison de l'épaisseur de la coulée; il s'effectue promptement à la surface; mais la chaleur se conserve à l'intérieur et y entretient longtemps la fluidité; aussi les laves mettent-elles quelquefois des années entières à s'écouler. On cite, pour l'Etna, des coulées conservant un mouvement sensible dix ans après leur sortie du cratère; on en a vu d'autres fumer vingt ans après leur épanchement, tandis que les scories qui en formaient la voûte étaient couvertes de lichens. Ces faits bien connus indiquent non-seulement la grande chaleur des laves, mais aussi la lenteur avec laquelle elles la perdent; car, de même que les autres roches non métallifères, elles conduisent mal le calorique. Cette circonstance est propre à nous faire concevoir pourquoi le centre incandescent du globe a maintenant si peu d'influence sur la température de sa surface.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des volcans en activité; ajoutons qu'on trouve, dans un grand nombre de contrées, des traces non équivoques de *volcans éteints*; et l'on conçoit, en effet, que les phénomènes volcaniques devaient autrefois se manifester avec plus d'intensité qu'aujourd'hui, par la raison que la croûte solidifiée n'offrait pas alors la résistance et l'épaisseur actuelles. Les volcans éteints doi-

vent donc être nombreux. C'est aussi ce que l'on constate ; et, bien qu'aucune tradition ne nous révèle l'époque où ils fonctionnaient, il n'existe aucun doute sur leur origine, car ils portent tous les caractères de la volcanicité. On les reconnaît à leurs cratères parfaitement conservés, autour desquels sont groupés les produits de leurs anciennes déjections, c'est-à-dire des courants de laves, des scories, des ponces, etc. Il ne leur manque, pour rendre l'évidence plus parfaite, que des cheminées d'où sortiraient les vapeurs qui constituent les volcans actifs. Les volcans éteints de la France sont principalement en Auvergne, dans le Velay, dans le Vivarais. L'Irlande, l'Écosse, la Bohême, la Hongrie, l'Islande, la Grèce, le Caucase, etc., nous présentent des produits semblables ; enfin, par les faits recueillis en Asie, en Afrique, en Amérique et dans l'Océanie, on a pu reconnaître des matières volcaniques exactement identiques.

Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que les volcans éteints peuvent reprendre leur activité à la suite d'un fort tremblement de terre, comme cela a eu lieu à diverses reprises pour le Vésuve; ainsi, rien ne nous dit, par exemple, que les anciens volcans du Puy-de-Dôme ou de l'Ardèche soient éteints pour toujours, et qu'en rouvrant leur communication avec le foyer central ils n'ajouteront pas de nouvelles laves à celles qu'on voit actuellement sur leurs flancs escarpés.

Les matières fluides et incandescentes vomies du sein de la terre ne fournissent, de nos jours, qu'une faible quantité de matériaux à l'écorce solide du globe; mais il n'en a pas toujours été ainsi. Tout porte à croire, au contraire, que, dans les temps antérieurs, les épanchements et les éruptions se reproduisaient sur une échelle considérable; et nous acquerrons bientôt la certitude qu'à toutes les époques ces déjections ont modifié la surface du globe, concurremment avec d'autres phénomènes de nature différente dont nous allons maintenant signaler les faits les plus importants.

CHAPITRE III.

—

Des agents érosifs.

Action de l'air en mouvement. — Dunes. — Action des variations de la température. — Action de l'électricité. — Action chimique et mécanique de l'eau, agissant seule ou avec le concours de circonstances diverses. — Action des glaciers; transport des glaces flottantes. — Débâcle des lacs. — Action des marées, des vagues et des courants.

Nous avons reconnu que les tremblements de terre, les soulèvements et les déjections volcaniques avaient une origine commune, et que ces trois phénomènes modifiaient plus ou moins la surface du globe; mais ces agents ne sont pas les seuls qui fassent constamment éprouver des modifications à l'écorce terrestre. Il en est d'autres qui, au lieu d'agir comme ceux-ci de bas en haut, n'attaquent l'écorce minérale que par sa surface extérieure. Tels sont les agents érosifs et particulièrement l'eau.

Tout le monde sait que, malgré leur solidité, les roches ne peuvent, à la longue, résister aux variations atmosphériques. On trouve la preuve de ce fait dans la dégradation que présentent les vieux édifices. Les statues qui décorent nos jardins perdent leur poli et se corrodent. Le granite aussi cède, avec le temps, à la force de cette action incessante. A chaque instant, en tous lieux, cette désagrégation s'opère; et l'on ne saurait parcourir surtout aucun pays

montagneux sans en apercevoir les traces les plus évidentes.

Tous les escarpements présentent, en effet, des altérations plus ou moins profondes; aussi l'agrégation des roches est-elle, le plus souvent, moins solide, moins homogène à la surface qu'à l'intérieur. Certaines matières minérales ont subi à tel point les effets de cette action érosive, que toute la contrée où elles gisent est couverte de leurs débris. Ailleurs se montrent des blocs arrondis de granite, empilés les uns sur les autres et présentant les formes les plus bizarres. En les voyant ainsi, souvent en équilibre assez peu stable, on est conduit à penser que ces blocs, autrefois angulaires, ont perdu peu à peu leurs arêtes et leurs angles, et qu'il en est résulté ces masses arrondies que nous rencontrons aujourd'hui. Dans d'autres lieux on trouve des aiguilles, des colonnes unies ou sillonnées; des masses souvent abruptes, quelquefois en pente douce, présentant des crevasses et des fissures, dont les parois corrodées attestent évidemment l'action lente et continuelle des agents érosifs. Mais, afin de mieux apprécier l'action particulière de chacun de ces agents, passons-les rapidement en revue les uns après les autres, et constatons l'effet plus ou moins considérable qu'ils exercent sur l'écorce terrestre.

Les *vents* n'ont qu'une faible action sur les masses minérales solides; ils ne font qu'enlever les molécules détachées de leurs surfaces, par la décomposition, ou parfois que déterminer la chute de quelques roches ébranlées. C'est ordinairement sur les dépôts de sables fins et meubles que les courants d'air donnent lieu à des observations importantes. On cite des nuages immenses de sables brûlants, ainsi que des cendres volcaniques, transportés à des distances incroyables et jusqu'à huit cents kilomètres. Quelque prodigieux que puisse paraître ce fait, nous n'hésitons pas à le proclamer véritable; car nous en avons été témoin, en mer, par le travers de la côte occidentale d'Afrique et

à une distance plus considérable encore. Ajoutons que ce remarquable événement aurait sans doute passé inaperçu pour nous, si les gros cordages goudronnés du bâtiment ne fussent devenus blanchâtres, couverts qu'ils étaient d'une poudre de même couleur et d'une extrême ténuité.

Quelquefois les sables, transportés par les vents dans certaines contrées, y déterminent des collines plus ou moins élevées, que viennent déplacer de nouveaux coups de vent. C'est particulièrement sur les plages de sable du littoral de l'Océan que s'exerce cette action. Là, les sables, transportés sur les côtes plates par les flots de la mer, y restent quelque temps ; mais, une fois secs, et par conséquent meubles, les vents qui soufflent du large s'en emparent et les poussent vers l'intérieur des terres. Les sables cheminent ainsi, et, en s'accumulant, forment des collines ambulantes qui atteignent de 20 à 80 mètres d'élévation. Placés successivement les uns à la suite des autres, ces monticules constituent ce qu'on appelle des *dunes*. Toutes les côtes plates et sableuses de l'Océan sont exposées à des effets analogues. Dans le département des Landes, où ce phénomène se développe sur une grande échelle, on a constaté que les dunes s'avancent annuellement de 20 à 25 mètres; aussi ont-elles envahi des espaces considérables ; et nul doute qu'elles ne s'étendissent bien plus avant dans les terres, si, par des plantations habilement dirigées, on n'était parvenu, en grande partie, à arrêter la mobilité de ces dépôts.

La *chaleur de l'atmosphère* exerce une action destructive sur la surface des masses minérales solides, en les désagrégeant par les alternatives de condensation et de dilatation que produit son plus ou moins d'intensité. Cette action, qui nous paraît insensible, amène toutefois des effets remarquables sur la texture de la plupart des roches.

Parmi les effets dus aux actions atmosphériques, l'*électricité* elle-même peut en produire de notables. Il est constant que les décharges électriques fondent la surface de

diverses roches, quelquefois les brisent et en font rouler les débris du sommet des montagnes jusqu'au fond des vallées. Saussure, dans ses divers voyages au Mont-Blanc, cite plusieurs traces de fusion produites par la chute de la foudre sur les points culminants qui ont, comme on le sait, la propriété d'attirer le fluide électrique, ce qui les fait considérer comme de vastes paratonnerres du globe. Dans les Pyrénées, on a constaté des exemples identiques. D'autre part, il n'est pas moins constaté que la foudre, en pénétrant dans les sables, y creuse des canaux étroits, irréguliers, peu profonds, et dont les parois sont consolidées par la fusion du sable, lorsqu'il est argileux ou calcarifère.

Mais, de toutes les actions destructives que subit incessamment la surface de la terre, la plus puissante, la plus générale dans ses effets, est celle qu'exerce l'eau en mouvement, agissant seule ou avec le concours de divers agents. L'*eau* peut être considérée comme ayant une double action : l'une chimique, et qui tend à dissoudre certaines substances minérales; l'autre mécanique, et qui transporte au loin les détritus placés sur son passage. La première de ces deux actions s'exerce particulièrement sur les roches calcaires; car, à l'aide de l'acide carbonique qu'elle tient en dissolution, l'eau ronge peu à peu ces masses et y trace des sillons qui s'approfondissent de plus en plus. D'autres fois, après s'être infiltrées dans le sein de la terre, les eaux en sortent chargées de diverses substances minérales qu'elles dissolvent sur leur passage. Ces dissolutions, souvent répétées, produisent des vides plus ou moins considérables. De là résulte la formation de ces grottes, de ces cavernes qu'on trouve si fréquemment dans les contrées calcarifères.

Dans les régions formées de roches plus inaltérables que les calcaires, les eaux exercent, il est vrai, une action érosive moins énergique; mais elles ne laissent pas de creuser plus ou moins profondément partout où elles s'écoulent. En

certains cas, les parties les plus élevées, restées en surplomb, et ne pouvant bientôt plus se soutenir, se détachent avec fracas et vont couvrir de leurs débris le fond des vallées.

La *gelée* vient encore augmenter la puissance destructive de l'eau. On sait que, par un abaissement suffisant de la température, l'eau se congèle, ce qui produit dans son volume environ un douzième d'augmentation ; c'est pour cette raison que la glace flotte à la surface des rivières. Or, si l'eau, dont une roche est pénétrée, éprouve l'effet de la gelée, la dilatation de volume qui s'ensuit produit, dans le corps qui la recèle, des fissures plus ou moins grandes, qui y déterminent peu à peu des ruptures complètes. Tant que le froid continue, l'eau gelée unit encore les parties qu'elle cimente ; mais, à l'époque du dégel, rien ne maintenant plus cette union, les fragments se détachent et tombent. Aussi, lors de la fonte des neiges au sommet des montagnes, voit-on rouler, sur les pentes, d'énormes avalanches de pierres qui causent quelquefois des ravages épouvantables.

Les *glaces* que charrient les rivières, les fleuves et les mers, transportent, dans quelques contrées, des blocs de roches souvent volumineux. En 1821, on a vu à Memel, sur la Baltique, au moment de la débâcle du Niémen, une masse de glace qui, après avoir descendu le courant, fut jetée sur le rivage. Au milieu de cette masse se trouvait un fragment de granite d'environ un mètre de diamètre, et dont la nature présentait la plus grande analogie avec le granite rouge de Finlande. Les voyageurs qui ont visité les régions glacées du Nord assurent avoir vu des glaces envelopper des blocs de roches plus ou moins considérables, qu'elles transportaient dans la direction du courant. C'est surtout au Canada que ce charriage se manifeste avec le plus d'évidence. Chaque année, les glaces du Saint-Laurent transportent, à de grandes distances, des masses minérales qu'elles déposent soit sur les rives de ce fleuve, soit sur quelques îles basses où l'on peut

les reconnaître sous la forme de traînées. Le même fait a été observé plus au nord, sur les côtes du Labrador et du Groënland.

Les *glaciers* eux-mêmes, ces masses de glace qui occupent les vallées des hautes chaînes de montagnes, et dont la fonte alimente les principales rivières, peuvent produire des effets remarquables. Diverses circonstances atmosphériques les rendent susceptibles de glisser tout entiers et, conséquemment, de strier, de désagréger les masses minérales abruptes qui les supportent. Ce qui atteste la marche lente des glaciers, ce sont les amas de fragments de roches qui les bordent de chaque côté, et auxquels on a donné le nom de *moraines*.

Divers géologues ont regardé l'étude des moraines comme propre à jeter quelques lumières sur la grande question, encore obscure, du transport des blocs erratiques qu'on trouve quelquefois à des hauteurs considérables; mais cette théorie n'est pas encore généralement adoptée. « On a supposé, dit M. de Humboldt dans son *Cosmos*, que ces blocs avaient été transportés par des glaciers ou par des montagnes de glace; nous y verrions plutôt un effet de la chute impétueuse des eaux, retenues d'abord dans des réservoirs naturels, et déchaînées ensuite par le soulèvement des montagnes. » Au reste, ajoute ce savant voyageur. cette origine sera encore longtemps un sujet de discussion.

L'action des vents, de l'électricité, de la gelée et de la mobilité des glaces est fort peu de chose comparativement aux effets de l'*eau en mouvement*. C'est surtout par sa faculté délayante, par son poids, par la vitesse dont elle est presque toujours animée, que l'eau occasionne les plus grands ravages à la surface du globe. La pluie qui tombe en petite quantité produit des effets peu sensibles : à peine filtre-t-elle au travers des couches meubles, pour alimenter quelques sources; mais il en est autrement lors des pluies torrentielles ou lorsque les neiges fondent sur les montagnes.

On voit alors les eaux couler de tous côtés, dégrader les terrains meubles, creuser des sillons, élargir des ravins, et charrier une quantité considérable de fragments de toutes sortes de roches. Les rivières, les fleuves s'emparent, à leur tour, de ces sédiments qu'ils entraînent quelquefois fort loin. Cet entraînement de détritus divers a lieu suivant les lois de la mécanique, c'est-à-dire que le liquide en mouvement transporte les matériaux aussi longtemps que la force de son courant est assez énergique pour vaincre l'effet de la pesanteur; mais, aussitôt que cette dernière force domine sur la première, les sédiments se déposent, les plus gros d'abord, puis les moyens, puis enfin les parties les plus fines, qui sont entraînées jusqu'à la mer. Lorsque le courant n'est pas très-fort, les matières entraînées subissent un vrai triage; car non-seulement le transport est ici subordonné à la grosseur des matériaux, mais il dépend aussi de leur forme et de leur densité; aussi remarque-t-on une différence entre les divers dépôts qu'abandonne une rivière, après la retraite des grandes eaux. Le plus souvent ces sédiments y sont lotis par ordre de grosseur et de densité.

Dans ce transport de détritus de toute espèce, les fleuves et généralement tous les cours d'eau exercent une action continuelle sur leurs rives; leurs bords sont dégradés, corrodés et rongés, même quand ils sont formés des roches les plus dures; car cette action érosive de l'eau en mouvement, tenant en suspension des corps solides, se fait sentir jusque sur le granite, et va jusqu'à percer des digues qui semblaient, par leur solidité, devoir lui opposer un obstacle insurmontable. Cette dégradation est toujours en raison de la rapidité et de la sinuosité des cours d'eau; et l'on conçoit que plus ceux-ci décrivent de courbes, et plus aussi leurs rives sont exposées à l'action du courant, par la raison toute simple qu'alors elles lui présentent plus de surface. Des observations nombreuses permettent d'établir, comme un fait général, que les rivières dont le cours est rapide et

peu étendu transportent les galets jusque dans les mers où elles vont se perdre, tandis que les rivières dont le cours est long et le courant modéré déposent les galets dans leur lit, entraînant seulement les sables et les limons jusqu'à leur embouchure.

Les dépôts qui se forment ainsi sur les côtes par l'intermédiaire des fleuves changent le sol des régions sous-marines, au point de combler de grands espaces, de former des barres plus ou moins dangereuses pour la navigation, et de reculer, avec le temps, bien avant dans les mers, les limites des terres. C'est en partie cette circonstance qui portait naguère à admettre l'abaissement graduel du niveau de la mer; hypothèse insoutenable, comme nous l'avons vu, puisque les eaux de la mer ne pourraient diminuer en un point sans que le même phénomène se manifestât également sur tous les autres points.

Ainsi, soit par son action dissolvante, soit par son action mécanique, l'eau qui coule sur le sol détache les molécules de toutes les masses minérales exposées à son action érosive, et transporte ces détritus à des niveaux inférieurs, où elle forme de nouvelles masses minérales dont la puissance est toujours en proportion de celles qu'elle a désagrégées; et, cette action étant l'œuvre de tous les jours, de tous les instants, il doit en résulter des dépôts plus ou moins considérables dans les bassins qui reçoivent des cours d'eau.

L'eau retenue dans les *lacs* exerce aussi quelquefois des dégradations notables par suite de son subit écoulement; car, indépendamment des tremblements de terre qui peuvent fissurer et disloquer les digues naturelles d'un bassin, on sait que l'eau en corrode et en amollit les parois, au travers desquelles elle s'écoule. A peine a-t-elle commencé à se faire jour par quelques fissures, que l'ouverture par où elle s'échappe s'élargit, jusqu'à ce qu'enfin la digue tout entière cède et soit emportée. Il en résulte une *débâcle* dont les effets dépendent de la masse du liquide retenu et de la

vitesse de son cours. On conçoit qu'un volume d'eau considérable se précipitant d'une certaine élévation, rien ne doit résister à l'action combinée de sa masse et de sa vitesse. Alors tout est arraché, brisé, transporté à de grandes distances, depuis les arbres jusqu'aux roches les plus solides. Le déblayement est quelquefois si complet, en certains endroits, qu'il est difficile, au premier abord, d'attribuer à l'eau en mouvement une puissance d'érosion aussi violente. On cite plusieurs faits de ce genre arrivés de nos jours, et le témoignage de l'histoire sur les ravages d'anciens lacs dont nous reconnaissons aujourd'hui les emplacements desséchés, ainsi que les gorges par où ils se sont écoulés, établit suffisamment que cette action a dû, à diverses époques, se manifester avec une grande énergie.

Ce qui prouve, d'ailleurs, l'effet général des eaux subitement déplacées par des causes diverses, c'est l'immense quantité de cailloux roulés qu'on trouve dans presque toutes les parties du globe, et quelquefois à de grandes hauteurs; car, dans tous ces exemples d'inondations, de débordements, de débâcles, les fragments arrachés et transportés par les eaux, se heurtant, se frottant les uns contre les autres, émoussent peu à peu leurs angles et leurs arêtes, et finissent par s'arrondir. De cette usure générale résulte nécessairement une grande quantité de débris pulvérulents qui forment les sables, les argiles et les limons; et, comme le transport a lieu, ainsi que nous l'avons vu, par ordre de ténuité et de densité, il s'ensuit que les sédiments ne se déposent pas indistinctement pêle-mêle. Ainsi certaines contrées reçoivent plus de graviers, d'autres plus de sables, d'autres enfin plus d'argiles et de limons; et il est évident que les matières pulvérulentes sont toujours déposées les dernières, par la raison qu'elles sont plus susceptibles d'être tenues en suspension dans l'eau.

Puisque l'eau en mouvement désagrége les roches et qu'elle peut ensuite entraîner les sédiments qui en ré-

sultent à des distances plus ou moins considérables, on conçoit que la mer, continuellement agitée, doit exercer aussi une très-grande désagrégation sur les masses minérales qui constituent les bords de ses bassins : c'est en effet ce qui arrive., L'*action combinée des marées et des vagues* produit une immense quantité de détritus, transportés ensuite par les *courants* dans des directions diverses, ou jetés sur les côtes plates pour alimenter les dunes.

Quelquefois l'action érosive des flots contre les parties solides qui les circonscrivent donne lieu à des empiétements de la mer sur les terres. Les événements de ce genre sont confirmés par l'histoire ; et, pour n'en citer qu'un exemple, nous dirons que les îles voisines de la Hollande et du Hanovre ne sont que des parties du continent séparées par les envahissements de la mer.

Sur d'autres points, on cite d'immenses coupures de terres formées, à diverses reprises, pendant les tempêtes. Alors le choc des vagues a une puissance d'action si considérable, qu'il n'est pas rare de voir des blocs de roches violemment arrachés et portés au loin, des bancs de sables ou de galets entièrement déblayés, si bien que des contrées entières sont quelquefois détruites ou submergées. Quand les côtes sont élevées, les vagues les attaquent et les minent par leurs bases ; les parties en surplomb se détachent peu à peu et se précipitent dans la mer. De là l'origine de ces *falaises* plus ou moins verticales qu'on rencontre sur les rivages accidentés.

A l'action violente des vagues sur les côtes abruptes, il faut joindre l'action plus énergique encore des corps solides qu'elles mettent en mouvement, et dont elles se servent pour battre en brèche les remparts naturels que la nature oppose à leur envahissement. Cette action, presque continue, amène nécessairement avec le temps de grands résultats. Ainsi divers promontoires connus des anciens ont disparu ; ainsi quelques-uns ont été mutilés ou séparés même du continent ; ainsi d'autres se forment de nos jours, et c'est

très-vraisemblablement à cette lutte acharnée de l'Océan contre ses bords qu'est dû le percement de quelques détroits.

Les sédiments qui résultent de l'usure des côtes sont évidemment bien plus considérables que ceux formés dans l'intérieur des continents par l'écoulement des torrents, des rivières et des fleuves. Il suffit d'avoir vécu sur les côtes de quelque partie du monde que ce soit, pour se faire une idée de l'action désagrégeante des flots de la mer, surtout sur les falaises, les côtes abruptes ou accidentées ; cette action est bien plus puissante encore à la suite des coups de vents, des tempêtes, car alors, la mer en furie déferle toujours avec force contre ses limites naturelles qu'elle use sensiblement, alors même qu'elles sont formées de roches dures et compactes.

Toutefois, il convient de remarquer que l'action érosive dont les eaux de la mer sont douées ne produit de grands résultats que là où les matières sont faciles à désagréger, tandis qu'au contraire cette action est infiniment lente sur les masses minérales dures et compactes ; car, dans la Méditerranée, il existe des points où, depuis les traditions historiques les plus reculées, elle n'a produit aucun effet bien appréciable. En général, la configuration des côtes est presque toujours déterminée par le plus ou moins de dureté des roches qui les constituent. D'autres circonstances se lient aussi à cette observation ; il faut sans doute tenir compte de la direction et du prolongement des couches, comme aussi de l'état plus ou moins fracturé dans lequel elles se trouvent ; car tout porte à croire que c'est par les fissures résultant des tremblements de terre que les masses minérales cèdent aujourd'hui à l'action combinée des vagues et des courants ; aussi n'est-il point rare de voir des côtes, comme celles des îles britanniques, par exemple, présenter un morcellement bizarre où le regard étonné n'aperçoit que des rochers coupés, festonnés, déchiquetés de mille manières différentes.

Nous terminons ici la description de l'action érosive sur les parties solides de l'écorce terrestre. Toutefois, nous devons prévenir le lecteur que les exemples d'inondations, de débordements, de débâcles, d'éboulements, de glissements de terrains, d'envahissements de la mer et de sa retraite en certains lieux, par suite de comblements ou de déplacements, sont si nombreux, qu'ils pourraient remplir des volumes ; mais ils n'ajouteraient rien à la clarté des principes que nous venons d'exposer, et qui sont la clef de la formation des dépôts sédimentaires dont nous allons maintenant nous occuper.

CHAPITRE IV.

Des dépôts actuels.

Dépôts marins; formation madréporique. — Dépôts lacustres et fluviatiles. — Dépôts de sources; concrétions. — Dépôts siliceux. — Dépôts tourbeux. — Dépôts volcaniques.

Nous n'avons jusqu'ici considéré les eaux que comme agents destructeurs des parties solides du globe; mais, par cela même qu'elles détachent et entraînent des sédiments de toutes sortes, sédiments qui finissent toujours par être déposés à des distances plus ou moins considérables de leur point de départ, il arrive nécessairement qu'elles donnent lieu à la formation de nouvelles masses minérales en proportion de celles qu'elles ont désagrégées, en sorte qu'une destruction sur un point est suivie d'une reproduction sur un autre.

Nous allons passer en revue les divers dépôts qui se forment actuellement, et les observations qui en résulteront nous serviront de guide pour établir nos conjectures sur l'origine des dépôts antérieurs.

Nous savons que tous les cours d'eau entraînent une quantité plus ou moins considérable de détritus divers, et que cette action atteint son maximum d'intensité lors des grandes pluies et des inondations. Nous savons aussi que les eaux déposent, dans leur trajet et à mesure que leur vitesse diminue, tous ces sédiments, laissant généralement en

arrière les parties les plus grossières et entraînant au loin celles dont le poids est en rapport avec leur vitesse; que, s'il existe des cataractes, les gros fragments sont arrêtés par les obstacles; que ceux d'une ténuité moyenne descendent plus bas, sous forme de graviers et de sables, tandis que les plus fins sont transportés jusque dans les mers et vont augmenter annuellement les *deltas* ou îles qui se forment aux embouchures des fleuves.

Maintenant il est bon d'ajouter que, parmi ces sédiments que transportent les cours d'eau, il se trouve toujours une certaine quantité de corps organiques, particulièrement une masse plus ou moins grande de végétaux, qui, flottant presque constamment à la surface, sont par cela même susceptibles d'être transportés à des distances plus considérables. Le Mississipi nous offre un exemple remarquable de ce genre. En remontant deux fois ce fleuve, nous avons été témoin de l'immense quantité de troncs d'arbres qu'il charrie; ses rives en sont littéralement couvertes; et, sur certains points, il s'y forme des radeaux sur lesquels se développent des plantes et des arbustes. Au milieu du fleuve où agit la force du courant, on voit aussi flotter, de distance en distance, d'énormes troncs d'arbres dangereux pour la navigation; car, malgré le bateau à vapeur qui nous remorquait et dont la solide construction pouvait braver le choc de ces masses flottantes, nous fûmes obligés de garnir les flancs de notre navire pour le garantir de commotions qui, sans cette précaution, l'eussent infailliblement entr'ouvert. Une telle quantité de bois flottant sur ce fleuve, le plus beau du monde, ne s'explique que par l'immense longueur de son parcours, par le nombre de ses affluents et par l'extrême étendue des forêts qu'il traverse. Le Mississipi a plus de quinze cents lieues de cours, et les rivières qui l'alimentent sont telles, qu'on a calculé que tous ces grands cours d'eau réunis sont en contact avec plus de dix mille lieues de rives.

effets que produit une cause toujours agissante. Si quelque partie submergée se trouvait tout à coup mise à sec par un soulèvement, nous serions étonnés de la prodigieuse épaisseur des sédiments qui s'accumulent de la sorte ; ainsi, chaque jour il se forme, sous les eaux, de nouvelles masses minérales sédimentaires qui se distinguent des anciennes en ce qu'elles sont, en grande partie, composées de leurs débris.

D'un autre côté, il se produit aussi dans quelques mers de vastes *dépôts madréporiques*, composés de polypiers pierreux, agglomérés et formant, autour de certaines îles, des bancs et des récifs nombreux. Ces dépôts, qui sont calcaires, résultent de la sécrétion et de l'agglomération d'une multitude de petits animaux de la famille des madrépores. Les écueils qu'on trouve en si grand nombre dans l'océan Pacifique n'ont pas d'autre origine. D'après des observations récentes, ces polypes, qui par un travail incessant élèvent ces masses considérables de matière calcaire, ne pouvant vivre qu'à de certaines profondeurs, s'établissent sur des rochers à vingt ou trente mètres environ au-dessous des eaux ; et, à partir de ce point, ils accumulent leurs produits jusqu'au niveau des mers, où viennent s'éteindre leurs dernières générations.

En général, les dépôts madréporiques abondent dans les mers équatoriales, notamment dans l'Océanie, aux archipels Dangereux et de la Société, dans le canal de Mozambique, aux îles Maldives, etc. On remarque que ces encroûtements sont toujours circulaires ; qu'ils s'appuient sur le prolongement sous-marin des îles ; puis qu'ils s'en éloignent à mesure que les travaux s'agrandissent.

L'accroissement de ces dépôts se fait lentement ; mais comme la secrétion des animaux qui les produisent est continue, il en résulte toujours des bancs plus ou moins considérables, quelquefois des îlots détachés ou groupés, d'autant plus dangereux pour le navigateur, qu'il ne les aperçoit qu'au moment même où il est sur le point de les aborder.

nasses madréporiques qu'on trouve quelque-
trois cents mètres au-dessus du niveau de la
ence à de telles hauteurs indique évidemment
oulèvement postérieur à leur formation, puis-
ux qui les produisent n'ont pu vivre qu'au

it nous passons aux *dépôts lacustres* qui se
ement, nous voyons qu'ils se composent aussi
diverses, sous forme de graviers, de sable,
e et de limon, se montrant en général en
ntales ou peu inclinées, d'une épaisseur et
variables. Leur mode de formation a lieu
es dépôts marins. En effet, les eaux transpor-
es des sédiments arrachés aux parties émer-
ois qu'il pleut fortement, les eaux sont jau-
châtres; or, puisque ces mêmes eaux rede-
s et limpides peu de jours après avoir été
it nécessairement admettre qu'elles ont dé-
art les matières qu'elles tenaient en suspen-
t ne peut avoir eu lieu qu'au fond des bassins
s eaux troubles, et l'on peut effectivement
cette opération dans toutes les pièces d'eau
es affluents; aussi cette action, continuelle-
exhausse-t-elle le fond des lacs et finit-elle

.

au eux-mêmes, en charriant des sédiments,
rs, soit dans les lacs, délaissent, dans leur
ives, une partie de ces détritus, surtout dans
ne, où les rivières ont moins de rapidité. Il
chaussement quelquefois provisoire du sol
éborder les rivières et amener de grandes
ns leurs cours; car l'accumulation de sédi-
ns parages, force le courant à prendre une
le. De là résulte la formation des îles et des
ntent la plupart des fleuves.

effets que produit une cause toujours agissante. Si quelque partie submergée se trouvait tout à coup mise à sec par un soulèvement, nous serions étonnés de la prodigieuse épaisseur des sédiments qui s'accumulent de la sorte ; ainsi, chaque jour il se forme, sous les eaux, de nouvelles masses minérales sédimentaires qui se distinguent des anciennes en ce qu'elles sont, en grande partie, composées de leurs débris.

D'un autre côté, il se produit aussi dans quelques mers de vastes *dépôts madréporiques*, composés de polypiers pierreux, agglomérés et formant, autour de certaines îles, des bancs et des récifs nombreux. Ces dépôts, qui sont calcaires, résultent de la sécrétion et de l'agglomération d'une multitude de petits animaux de la famille des madrépores. Les écueils qu'on trouve en si grand nombre dans l'océan Pacifique n'ont pas d'autre origine. D'après des observations récentes, ces polypes, qui par un travail incessant élèvent ces masses considérables de matière calcaire, ne pouvant vivre qu'à de certaines profondeurs, s'établissent sur des rochers à vingt ou trente mètres environ au-dessous des eaux ; et, à partir de ce point, ils accumulent leurs produits jusqu'au niveau des mers, où viennent s'éteindre leurs dernières générations.

En général, les dépôts madréporiques abondent dans les mers équatoriales, notamment dans l'Océanie, aux archipels Dangereux et de la Société, dans le canal de Mozambique, aux îles Maldives, etc. On remarque que ces encroûtements sont toujours circulaires ; qu'ils s'appuient sur le prolongement sous-marin des îles ; puis qu'ils s'en éloignent à mesure que les travaux s'agrandissent.

L'accroissement de ces dépôts se fait lentement ; mais comme la secrétion des animaux qui les produisent est continue, il en résulte toujours des bancs plus ou moins considérables, quelquefois des îlots détachés ou groupés, d'autant plus dangereux pour le navigateur, qu'il ne les aperçoit qu'au moment même où il est sur le point de les aborder.

. L'Italie en possède aussi plusieurs, et géné-
en trouve dans tous les pays volcaniques, an-
dernes. La fontaine de Saint-Allyre, près de
Auvergne, dont les eaux sont claires et lim-
che en carbonate de chaux, qu'elle en recouvre
ts qu'on y laisse séjourner pendant quelques
nt, ce qui leur donne l'aspect d'une pétrifica-
usieurs localités, on a tiré parti de cette pro-
ante, qu'on facilite encore par une prompte
pour obtenir les empreintes en relief de mé-
ses et même de statues.

analogues se forment aussi dans les fissures
finissent par les combler; ils peuvent se faire
it sur toutes les pentes. Quelquefois cette pré-
u sur des matières arénacées, et il en résulte
ion plus ou moins complète.

apprécier encore les dépôts auxquels l'eau
u, quand elle abandonne les substances qu'elle
ution, il suffit de décrire la formation des con-
rencontre dans les grottes où suintent les
res. Là, en s'infiltrant dans la roche, l'eau,
rbonate de chaux, reste suspendue quelque
us de la voûte, sous forme de goutte ; peu à
s'évapore en laissant un petit cercle de ma-
es gouttes subséquentes augmentent nécessai-
cipité ainsi délaissé. Ces continuelles répéti-
par former un cône plus ou moins considé-
voûte par sa base, et à l'extrémité duquel de
écules solides viennent constamment s'appli-
qu'on nomme *stalactite*. Il y en a d'assez
atteindre le sol, et quelquefois pour remplir
grottes; car, d'un autre côté, l'eau qui tombe
qui contient encore du carbonate de chaux, y
le phénomène, sous forme d'un second cône,
nite, et dont la base touche le sol. Parfois

Les observations permettant d'établir, en général, que la vitesse des eaux d'une rivière diminue en allant du milieu vers les bords, il s'ensuit que c'est plutôt vers ceux-ci que tendent à s'accumuler les détritus charriés; c'est, en effet, ce qui arrive dans les parties rectilignes des cours d'eau : les talus s'élèvent des deux côtés à peu près également. Mais, dans les parties sinueuses, le courant, se trouvant infléchi par un obstacle, se dirige obliquement vers l'autre bord, où, par son action, il produit une berge. Là, les obstacles qu'il rencontre encore le contraignent à s'infléchir de nouveau et à produire un résultat semblable de l'autre côté; en sorte que, d'obstacles en obstacles, le courant forme de nouvelles berges, en face desquelles il dépose une partie des sédiments qu'il entraîne.

La plupart des eaux qui coulent, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre, ne sont jamais entièrement pures. Elles contiennent en dissolution diverses substances qu'elles déposent lentement au fond des bassins qui les reçoivent, ou sur les parois des fissures par où elles s'écoulent en donnant lieu à des *encroûtements* et à des *concrétions* diverses. Cette action se manifeste surtout dans les contrées calcarifères. On sait qu'à l'aide du gaz acide carbonique qu'elle contient, l'eau dissout dans son trajet autant de carbonate de chaux qu'elle peut s'en saturer, et qu'elle abandonne ensuite cette substance sous forme d'un sédiment solide qui se cristallise en partie. Ces dépôts sont connus sous les noms de *travertin* et de *tuf calcaire*. Certaines eaux sont assez abondantes et assez riches en matière calcarifère dissoute pour en déposer des masses parfois étendues, au milieu desquelles on trouve fréquemment des coquilles empâtées, ainsi que divers autres débris organiques; car, dans cette sorte de dépôt, tout est saisi et enveloppé par l'incrustation.

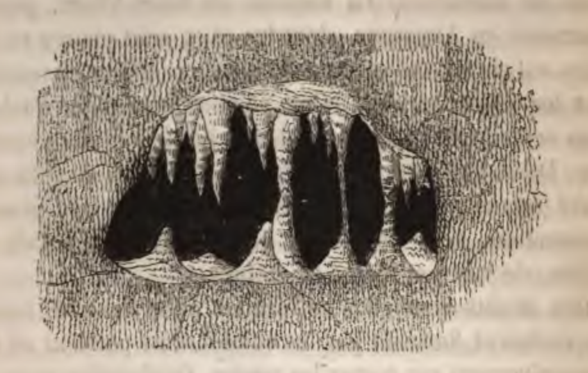
Il existe en France un assez grand nombre de ces sources calcarifères, notamment en Auvergne, en Bourgogne et dans

les Cévennes. L'Italie en possède aussi plusieurs, et généralement on en trouve dans tous les pays volcaniques, anciens ou modernes. La fontaine de Saint-Allyre, près de Clermont, en Auvergne, dont les eaux sont claires et limpides, est si riche en carbonate de chaux, qu'elle en recouvre tous les objets qu'on y laisse séjourner pendant quelques mois seulement, ce qui leur donne l'aspect d'une pétrification. Dans plusieurs localités, on a tiré parti de cette propriété incrustante, qu'on facilite encore par une prompte évaporation, pour obtenir les empreintes en relief de médailles, de vases et même de statues.

Des dépôts analogues se forment aussi dans les fissures des roches et finissent par les combler; ils peuvent se faire successivement sur toutes les pentes. Quelquefois cette précipitation a lieu sur des matières arénacées, et il en résulte une solidification plus ou moins complète.

Pour mieux apprécier encore les dépôts auxquels l'eau peut donner lieu, quand elle abandonne les substances qu'elle tient en dissolution, il suffit de décrire la formation des concrétions qu'on rencontre dans les grottes où suintent les eaux calcarifères. Là, en s'infiltrant dans la roche, l'eau, chargée de carbonate de chaux, reste suspendue quelque temps au-dessus de la voûte, sous forme de goutte ; peu à peu le liquide s'évapore en laissant un petit cercle de matière solide. Les gouttes subséquentes augmentent nécessairement ce précipité ainsi délaissé. Ces continuelles répétitions finissent par former un cône plus ou moins considérable, fixé à la voûte par sa base, et à l'extrémité duquel de nouvelles molécules solides viennent constamment s'appliquer. C'est ce qu'on nomme *stalactite*. Il y en a d'assez grandes pour atteindre le sol, et quelquefois pour remplir ou obstruer les grottes ; car, d'un autre côté, l'eau qui tombe sur le sol, et qui contient encore du carbonate de chaux, y produit le même phénomène, sous forme d'un second cône, appelé *stalagmite*, et dont la base touche le sol. Parfois

ces concrétions, en augmentant simultanément, finissent par se joindre comme dans la figure suivante.



Ainsi les stalactites et les stalagmites sont des concrétions de même nature, ayant une origine commune, mais placées, dans les grottes, en des points diamétralement opposés.

C'est probablement à cette action dissolvante de l'eau que sont dues les cavités souterraines qu'on rencontre dans un assez grand nombre de lieux, et qui prennent le nom de *cavernes* ou de *grottes*, suivant leur plus ou moins d'étendue. Ce qui rend surtout digne d'intérêt ces solitudes effrayantes, où souvent on ne peut pénétrer qu'avec un guide, c'est la quantité prodigieuse d'ossements de mammifères divers qu'on y rencontre fréquemment, et dont la présence s'explique en supposant que ces souterrains étaient jadis habités par des animaux carnassiers qui y traînaient leurs proies pour les dévorer. On admet aussi que les eaux ont pu y apporter des sédiments parfois mêlés d'ossements. On y trouve quelquefois les produits grossiers de l'industrie des premiers hommes, indistinctement mêlés avec la masse ossifère, ce qui fait présumer que ces détritus ont dû être remaniés à différentes reprises. En effet, à la suite de violentes commotions du sol, on a vu des lacs et des rivières

disparaître par des fissures ou par des éboulements naturels; et, dès lors, on conçoit que des cavernes aient pu s'agrandir, recevoir des sédiments, être modifiées et déblayées dans tous les sens, au point de présenter aujourd'hui les témoignages du mouvement des eaux.

Bien que la silice soit très-peu soluble dans l'eau, on trouve plusieurs sources minérales et thermales qui en contiennent une certaine quantité qu'elles déposent au contact de l'air. Dans quelques contrées, il existe des sources si riches en silice, qu'elles donnent lieu à la formation de *dépôts siliceux* assez importants. Tels sont ceux des Geysers d'Islande et de l'île de Saint-Michel, aux Açores. Les premiers s'étendent jusqu'à un kilomètre autour de la source; les seconds fournissent une quantité de silice encore plus abondante. Dans plusieurs autres localités on connaît aussi des dépôts semblables, disposés par lits horizontaux et parallèles, quelquefois légèrement ondulés, mais présentant toujours une épaisseur qui n'est jamais considérable.

Nous mentionnerons maintenant d'autres dépôts d'une nature particulière, qui se forment journellement dans les lieux bas et marécageux, et dont la matière, résultant de la décomposition des plantes, constitue un combustible qu'on appelle *tourbe*. Ces dépôts sont principalement formés aux dépens de végétaux aquatiques, végétaux qui se développent dans des lieux humides ou dans une eau qui n'est ni complétement stagnante, ni trop souvent renouvelée. Là, les plantes, mourant successivement, sont suivies d'autres plantes qui, à leur tour, sont également remplacées; il en résulte, au bout d'un certain temps, une accumulation de matière végétale en partie décomposée, dont la puissance atteint quelquefois une assez grande dimension.

La nature de la tourbe varie suivant l'ancienneté de sa formation : à la surface elle offre un tissu de plantes entrelacées et flétries; plus bas, on ne distingue qu'une matière brunâtre présentant encore quelques filaments de végétaux;

enfin, tout à fait vers le fond, la tourbe offre souvent l'aspect d'une pâte noire, homogène et compacte.

A la surface du sol émergé, il se forme quelquefois des accumulations de matières incohérentes provenant, soit des éboulements, soit des sédiments entraînés ou délaissés par les eaux pluviales. Nous passons sur ces faits secondaires et d'une appréciation facile.

Tel est l'ensemble des dépôts formés actuellement par la *voie aqueuse*. Quant aux dépôts formés par la *voie ignée*, et qui, de nos jours, n'ont lieu que sur des espaces fort restreints, nous avons vu qu'ils proviennent des déjections volcaniques se présentant sous forme de coulées, de matières cinériformes ou de scories projetées, d'où résultent différentes variétés de roches que l'on confond sous le nom générique de laves. Ces matières, le plus souvent fluides, tendant, comme tous les liquides, à se porter sur des niveaux de plus en plus inférieurs, il s'ensuit qu'elles cheminent plus rapidement sur les grandes pentes, qu'elles comblent les dépressions des lieux où elles coulent, et qu'elles s'arrêtent sur un sol horizontal, où peu à peu on les voit se solidifier en couches plus ou moins épaisses, suivant le plus ou moins d'abondance des coulées.

Tels sont, en résumé, les dépôts qui se forment actuellement, et par la voie ignée, et par la voie aqueuse. Les uns et les autres ne sont évidemment que la continuation de phénomènes identiques qui avaient lieu aux époques antérieures ; mais le rapport n'est plus le même aujourd'hui, surtout à l'égard des produits ignés. En effet, l'observation de l'écorce terrestre nous portera bientôt à reconnaître que les deux agents universels et antagonistes, le *feu* et l'*eau*, qui ont présidé à la formation de toutes les roches, ont dû agir autrefois avec plus d'intensité qu'ils ne le font aujourd'hui. Cela est évident, d'une part, en présence de ces masses énormes de roches cristallisées qu'on rencontre dans un grand nombre de lieux, et dont la composition et les carac-

tères offrent une grande analogie avec les produits volcaniques actuels ; et, d'autre part, quand on considère toutes ces couches sédimentaires d'une puissance souvent considérable, s'étendant sur d'immenses surfaces et présentant encore dans leur sein des débris organiques que nous avons reconnus être journellement entraînés par les eaux.

Cette double action d'émission de matières incandescentes et de dépôts de détritus n'a jamais souffert aucune interruption. Toujours la cause ignée a produit des aspérités à la surface du globe par les soulèvements et par les déjections de matières éruptives; tandis que la cause aqueuse tendait à les faire disparaître, soit par son action érosive qui dégradait ces mêmes aspérités, soit en comblant, avec des sédiments, les dépressions occupées par les eaux ; aussi ne doit-on pas s'étonner s'il en est résulté des effets généraux qui, en s'accumulant de siècle en siècle, d'époque en époque, ont constitué l'écorce terrestre telle que nous la connaissons aujourd'hui, et sur laquelle nous allons maintenant jeter un regard.

CHAPITRE V.

De la structure et de la composition de l'écorce terrestre en général.

Masses minérales d'origine ignée et d'origine sédimentaire; leurs caractères généraux. — Métamorphisme. — De la Paléontologie ; utilité des fossiles pour déterminer l'âge relatif des terrains qui les contiennent.

Nous avons acquis la certitude que chaque jour est témoin des modifications qu'éprouve la surface du globe. Ces changements sont lents, sans doute; mais les phénomènes qui en sont cause, agissant toujours dans le même sens, amènent nécessairement d'immenses résultats; ainsi l'écorce terrestre n'a été créée ni produite instantanément dans l'état où nous la voyons aujourd'hui. Tout prouve, au contraire, qu'elle n'a acquis que par degrés sa configuration actuelle, sous l'influence d'une grande diversité de circonstances et à des époques successives, durant chacune desquelles, différentes espèces de végétaux et d'animaux, dont nous allons reconnaître les débris, à des niveaux différents, ont vécu sur la terre et dans les eaux.

En examinant d'une manière générale la partie superficielle de l'écorce terrestre, on trouve qu'elle présente, sur tous les points, des matériaux souvent meubles, quelquefois résistants, simples ou composés, qui ont reçu le nom de *roches* lorsqu'ils se montrent en masse assez considérables pour qu'on puisse les considérer comme parties constituantes de

l'écorce du globe. Les caractères de structure et d'origine que présentent partout ces diverses roches attestent que les causes productrices en ont été générales, bien que sujettes à des modifications locales. On doit à M. de Humboldt cette observation remarquable que, lorsqu'on change d'hémisphère, tout, dans la création, hormis les masses minérales, paraît aussi changer. La terre nous montre alors de nouvelles plantes, de nouveaux animaux ; la mer nous présente de nouveaux poissons, de nouveaux mollusques ; le ciel offre à nos regards étonnés de nouvelles étoiles ; en un mot, tout nous paraît étranger ; mais si nous fouillons dans le sol, il n'en est plus ainsi ; car, sous le rapport des caractères généraux, les diverses espèces de minéraux et la plupart des roches sont identiques partout.

Les masses minérales se divisent naturellement en deux grandes classes qui correspondent aux deux agents antagonistes auxquels on peut en attribuer la production. Les unes sont dites *ignées*, *pyrogènes* ou *plutoniques*, parce qu'elles résultent de la solidification par voie de refroidissement de matières à l'état de fusion ignée. Elles sont plus ou moins cristallisées ; et, sauf certaines masses du terrain primitif et quelques coulées volcaniques, elles ne sont jamais stratifiées. Les autres ont reçu les noms de *sédimentaires* ou de *neptuniennes*, parce qu'elles ont été produites par l'intermédiaire des eaux ; elles sont toujours stratifiées.

Comme ces deux grandes classes de roches ignées et sédimentaires ont été successivement produites et qu'elles se forment encore de nos jours, on peut les classer par ordre chronologique et les considérer, dans leur ensemble, comme une série de monuments divers propres à répandre de la clarté sur les principaux événements dont notre globe a été le théâtre.

Les roches sédimentaires s'étendent sur des espaces considérables ; elles occupent, à la surface, la plus grande partie du globe. Les roches ignées, au contraire, ne sont pas

toujours visibles ; elles ne se montrent guère que dans les contrées accidentées ; mais à l'intérieur elles doivent former sans doute la presque totalité de l'écorce consolidée. Ces masses plutoniques, souvent remarquables par l'élévation de leurs saillies et par l'âpreté de leurs contours, sortant de dessous les terrains sédimentaires, présentent, en quelque sorte, la partie visible de l'ossature du globe. Elles paraissent, d'après l'expression de Buffon, avoir été fondues d'un seul jet, et s'être ensuite solidifiées par un refroidissement lent et graduel, qui a permis à leurs éléments de s'agréger en petits cristaux distincts et soudés entre eux.

Les deux produits aqueux et ignés sont fréquemment entremêlés dans la nature ; et, presque toujours, là où ils existent simultanément, les masses stratifiées apparaissent soulevées, fracturées, recélant souvent dans leur sein la matière éruptive qui s'introduisait dans les fissures résultant de l'ébranlement du sol. Par suite de ces injections quelquefois considérables, certaines parties de quelques roches de sédiment ont subi, selon quelques géologues, des modifications si importantes par l'influence de la chaleur et de divers autres agents, qu'elles ont pris un caractère de cristallisation plus ou moins apparent. Les effets résultant de ces altérations constituent ce que l'on appelle le *métamorphisme*.

Un tel changement de texture et d'aspect dans quelques roches sédimentaires n'a rien de surprenant, si l'on considère qu'en chauffant de la craie, par exemple, dans un tube de fer fermé aux deux extrémités, de manière à ce que l'acide carbonique ne puisse s'échapper, la matière change d'état, cristallise ensuite par refroidissement, et offre l'apparence d'un calcaire saccharoïde ou marbre statuaire. Cette belle expérience de Hall a beaucoup servi pour établir les principes du métamorphisme, et l'on conçoit, en effet, que la même opération ait pu se reproduire quelquefois dans l'intérieur de la terre. Malheureusement on a trop généralisé les effets de cette théorie ; et, comme nous le ver-

rons dans la partie géognostique de cet ouvrage, les erreurs qui en sont résultées ne sont pas encore complétement dissipées.

La théorie du métamorphisme a conduit plusieurs géologues à penser que, non-seulement quelques roches ont changé de texture sous l'influence du voisinage des masses jadis incandescentes, mais que quelques calcaires ont été transformés en dolomies, c'est-à-dire en calcaire magnésien. Ce fait, encore obscur, paraîtrait provenir d'émanations gazeuses dégagées du foyer central. Quoi qu'il en soit, tout porte à croire que les gaz qui s'échappaient autrefois en abondance du sein de la terre ont dû avoir quelque influence sur les parties constituantes des roches qu'ils traversaient. C'est ainsi que la formation des gypses paraît due à des émanations d'acide sulfureux ayant pénétré des calcaires en voie de formation.

A mesure qu'on remonte les divers étages de la série sédimentaire, les calcaires eux-mêmes acquièrent une puissance si considérable, qu'on est forcé de leur attribuer une origine à laquelle des vapeurs calcarifères, sorties du foyer central, ne seraient point étrangères. Quelques géologues, il est vrai, ont pensé qu'une partie de la matière calcaire pourrait bien n'être qu'une sécrétion de diverses sortes d'animaux marins; mais c'est seulement reculer la difficulté; car, ne faudrait-il pas admettre toujours qu'une cause quelconque aurait versé, au sein des mers, l'immense quantité de carbonate de chaux que ces animaux y puisèrent ?

Si nous portons maintenant nos investigations dans le sein de la terre, nous reconnaissons bientôt que, dans ses travaux d'exploitation, l'homme n'a, pour ainsi dire, traversé que l'épiderme de l'écorce terrestre, et que les plus grandes profondeurs où il soit parvenu atteignent à peine cinq à six cents mètres au-dessous du niveau de la mer; en sorte que, si nous n'avions que les travaux des mines et autres excavations artificielles pour étudier la structure interne

des masses minérales, nos observations seraient très-limitées. Mais on se rappellera que le concours des effets plutoniques et de la contraction de l'écorce terrestre ont produit successivement, sur cette même écorce, une multitude de fentes et de crevasses ; que certaines parties ont été redressées ; que d'autres se sont affaissées ; si bien, qu'au moyen des escarpements naturels qui en sont résultés, on peut observer une épaisseur considérable de tranches, soit du terrain primitif, soit des terrains sédimentaires, correspondant à tel ou tel étage de la série géognostique, suivant le degré d'ancienneté des parties soulevées ou affaissées. Ces dislocations naturelles permettent d'apprécier d'une manière générale une bonne partie de l'écorce minérale du globe, et d'observer la nature et la disposition des couches diverses qui la composent.

En procédant ainsi, par un grand nombre d'observations, dans les contrées accidentées, on a pu reconnaître que les masses minérales les plus anciennes, celles qui représentent les premiers produits solidifiés par voie de refroidissement, sont toutes cristallisées et entièrement privées de traces fossilifères ; telles sont *les gneiss, les micaschistes*, etc.

Les dépôts sédimentaires qui reposent sur ces masses d'origine ignée contiennent, au contraire, presque toujours, des débris organiques ; ils sont composés de fragments le plus souvent roulés, de particules plus ou moins fines, libres ou agglutinées, qui trahissent évidemment leur formation au sein des eaux, soit par voie mécanique, soit par voie de précipitation, comme les *grès*, *les schistes*, *les argiles*, *les calcaires*, etc.

Ces couches diverses, avons-nous dit, ont souvent été dérangées de leur position primitive ; aussi voit-on quelquefois les systèmes de couches sédimentaires ne pas être superposés entre eux dans le même sens, et alors on est conduit à admettre dans le sol un bouleversement qui en aurait changé la surface à une époque déterminée, de sorte

ux détritus, amenés par les eaux sur ce sol
r seraient déposés sur des couches plus ou
s. Ces couches de sédiments sont le plus
mation marine. quelquefois de formation
viatile, ainsi qu'on le reconnaît par la nature
niques qu'elles recèlent.
nent des masses stratifiées du terrain pri-
rains sédimentaires, on en reconnaît d'autres
qui sont sorties par voie d'épanchement; elles
le toujours, dans l'intérieur de la terre, des
res, telles sont les roches *granitiques*, *porphy-*
les trouve intercalées dans les fissures pro-
ations du sol, et en plus grande abondance
ns anciens que dans les terrains modernes,
les amas transversaux, des dykes, des en-
asses plus ou moins étendues. Ces roches,
pense bien, ne contiennent aucun vestige
is, et l'on peut presque toujours reconnaître
et à leur position les caractères des matières
at de fluidité ignée.
ıx éléments qui entrent dans la composition
anchements sont : le feldspath, le quartz, le
: pyroxène, etc., substances qu'on retrouve
dans les roches volcaniques que rejettent
s cratères; aussi les anciennes roches d'ori-
sentent-elles, avec les laves modernes, une
es de composition, de gisement et de struc-
rmettent pas de douter qu'elles ne soient
it immédiat d'épanchements ou d'éruptions;
s sont sorties à diverses époques du foyer
matière incandescente n'est probablement
l en est résulté des variations de composition
itant plus sensibles, que ces roches appar-
lges plus différents.
on est en quelque sorte corroborée par le

fait suivant, présenté récemment à l'Académie des sciences par M. Dufrénoy : Un habile géologue, M. Achille Delesse, ayant trituré les roches d'origine ignée des Vosges, d'après la méthode de M. Cordier, et en ayant séparé au microscope les éléments cristallins qu'il a ensuite analysés, est arrivé à établir, pour les roches pyrogènes ou ignées, le principe suivant : *le plus généralement, les roches de même âge ont même composition chimique et minéralogique; et réciproquement, des roches ayant même composition et formées de minéraux identiques, associés de la même manière, sont de même âge.*

Un autre ordre de choses du plus haut intérêt réclame actuellement notre attention. On trouve, dans les masses minérales sédimentaires, depuis la surface jusqu'aux plus grandes profondeurs où les hommes soient parvenus, une quantité prodigieuse de débris d'animaux et de végétaux. Ces débris organiques se rencontrent dans les roches les plus dures, comme dans les plus tendres. La plupart se sont conservés dans un état si parfait, qu'ils présentent encore leurs angles les plus aigus, leurs arêtes les plus saillantes. Des feuilles de végétaux ou leurs empreintes se rencontrent couchées à plat dans toute leur étendue, comme si elles avaient été collées avec la main ; les mollusques sont quelquefois pourvus de leur substance nacrée ; un grand nombre de poissons et de reptiles conservent encore leurs écailles. Tous ces êtres ont vécu à diverses époques : les uns dans l'eau salée, les autres dans l'eau douce, d'autres enfin sur les terres, et leurs dépouilles, successivement enfouies sous les eaux au milieu des sédiments, ont échappé à la complète destruction qui, sur le sol émergé, atteint les êtres organisés; car, au contact de l'air, la matière organique finit par se dissiper tout entière.

Le dépôt d'une si prodigieuse quantité de coquilles marines, qui composent souvent, à elles seules, une grande partie de certaines couches, ne peut évidemment s'expli-

e séjour de la mer sur nos continents. Ce
ez prolongé pour permettre l'apparition suc-
velles espèces ; car les fossiles des forma-
; diffèrent presque toujours de ceux des for-
anciennes ; en sorte que chaque système de
fisamment caractérisé par des fossiles parti-

la géologie qui s'occupe spécialement des
; enfouis dans l'écorce terrestre se nomme
Elle jette une si vive lumière sur la théorie
le géologue en retire un si grand secours
ination des terrains, qu'il convient d'entrer
es détails à cet égard.

plus loin, disons d'abord, avec les paléon-
ls, qu'on entend par *fossile* tout corps or-
foui naturellement dans les couches de la
que indéterminée, s'y est conservé ou y a
s non équivoques de son existence. Il ré-
éfinition que ce qu'on est convenu depuis
eler *pétrification*, *empreinte*, *moule*, *contre-*
t autant de modifications particulières que
fossiles ; car l'identité de l'espèce étant le
constater, peu importe que cette démons-
ır la présence d'un fragment de l'animal, ou
moignage assez évident pour en fournir une
e.

le quelques fossiles marins, et particulière-
ues sur les montagnes, avait été remarquée
Les uns en tiraient la conclusion que le ni-
s'abaisse graduellement, soit par l'effet de
it par l'effet de toute autre cause ; d'autres,
omme Strabon, prétendaient que, sujettes
nts, les eaux de la mer envahissent ou lais-
res qui sont à proximité, et cela en raison
u fond de la mer qui s'élève ou s'abaisse.

En voyant la justesse de cette hypothèse hardie, confirmée de nos jours, on regrette que les anciens n'aient pas poussé plus loin leurs investigations. Ils se sont bornés à rechercher l'explication du fait de la présence de coquilles marines à des hauteurs plus ou moins considérables; mais aucun naturaliste de cette époque ne s'est sérieusement occupé de l'existence des fossiles; et il faut arriver au seizième siècle de l'ère chrétienne pour voir naître les premiers germes, les premiers linéaments de la paléontologie.

Ensevelis, mutilés, décolorés, souvent informes, les fossiles, il est vrai, ne peuvent, au premier abord, captiver les yeux comme les produits éclatants de la nature animée: mais il en est autrement, quand on cherche à pénétrer les causes qui ont présidé à leur enfouissement et à leur conservation. L'intérêt redouble lorsqu'on se demande quels étaient ces êtres mystérieux dont les débris attestent une existence et des formes si différentes de celles qu'on voit de nos jours. Cette partie spéculative de la science attira l'attention des philosophes du seizième siècle, qui cherchèrent, comme les anciens, à se rendre compte de la présence de coquilles marines sur la cime des montagnes et loin des mers. Ces faits parurent d'abord si difficiles à expliquer et si incompatibles avec les lois de la physique, qu'on se contenta de nier que ces *pierres figurées*, comme on les appelait alors, fussent de véritables débris d'animaux, et qu'on en attribua la formation à des *jeux de la nature*.

Cependant les faits s'accumulant, il fallut en chercher une explication rationnelle. Diverses théories surgirent; mais toutes, plus ou moins fausses, tombèrent sous les coups répétés des naturalistes, qui, timidement d'abord, et hardiment ensuite, reconnurent dans les fossiles de véritables débris d'animaux ayant vécu à des époques antérieures à la nôtre, et ayant été déposés par les eaux dans des couches de sédiments postérieurement endurcies.

Cette intéressante découverte, due à Bernard Palissy, de-

vait bientôt porter ses fruits; mais d'immenses difficultés se présentaient encore pour expliquer le séjour de la mer sur les montagnes et sur les continents actuels. La Genèse vint au secours des savants du dix-septième siècle, et l'on ne vit d'abord dans les fossiles que les témoignages d'une catastrophe générale, d'un déluge universel, dont la tradition se rencontre, en effet, dans les archives de tous les peuples.

La géologie faisait ses premiers pas; et il était naturel de la voir s'appuyer sur des monuments sacrés, respectables à tous égards; mais elle ne pouvait, d'autre part, rester en contradiction avec les faits, puisqu'on trouvait des fossiles non-seulement à la surface, mais à toutes les profondeurs, dans le sein même des montagnes formées de roches de sédiment.

Malgré son respect pour les traditions sacrées qui, bien interprétées, concordent d'ailleurs, comme nous le verrons bientôt, avec les faits géologiques les plus authentiques, la science dut s'ouvrir un chemin à travers les obstacles qu'elle rencontrait dans sa marche ascendante; et, de nos jours encore, ce n'est qu'à cette condition que l'esprit humain peut reculer les limites de sa puissance.

La théorie du transport de tous les fossiles par un cataclysme subit, universel, ne pouvant se soutenir, on eut recours à plusieurs inondations pour expliquer les faits d'une manière plausible, et l'on entrevit, ce qui de nos jours est une vérité démontrée, savoir : que, non-seulement les dépouilles des êtres qui ont peuplé la terre à différentes époques ont été successivement déposées au fond des eaux, dans des couches horizontales de sédiment, qui se sont solidifiées avec le temps, mais que, plus tard, ces mêmes couches ont été bouleversées, redressées et soulevées à des hauteurs plus ou moins considérables. De là, la présence de débris organiques marins sur le sommet des montagnes; de là, encore, leur existence

à diverses profondeurs, puisque le phénomène de dépôt ayant toujours eu lieu dans les dépressions occupées par les eaux, les couches fossilifères ont pu successivement s'accumuler et se superposer les unes au-dessus des autres.

La circonstance qui frappe le plus dans l'examen des fossiles, c'est que la plupart d'entre eux manquent de représentants à l'état vivant. Ceux qui se rapprochent des espèces actuelles, et qu'on trouve dans les couches de formation moderne, ont conservé en partie leur composition primitive, tandis qu'en général ceux des couches de formation plus ancienne ont perdu les principes organiques qui entraient dans leur composition; ils se montrent ordinairement à l'état de matière calcaire, siliceuse, etc., suivant la nature de la substance dans laquelle ces fossiles ont été enfouis. Les parties ligneuses des végétaux se trouvent dans le même cas, ou se présentent à l'état charbonneux, d'anthracite, de houille et de lignite.

Si l'on cherche à reconnaître quels corps organiques ou quelles parties isolées de ceux-ci sont plus susceptibles de fossilisation, on trouve que ce sont ceux dont la nature peut le plus longtemps résister aux causes destructives. Pour les animaux, on rencontre le plus souvent des coquilles, des dents, des os, des arêtes, des écailles, quelquefois même des œufs. Quant aux végétaux, ce sont ordinairement des troncs d'arbres, des branches, des racines, des graines. On trouve aussi, mais plus rarement, des parties plus délicates: et l'on conçoit, en effet, que le concours de circonstances exceptionnelles était nécessaire pour fossiliser certains débris organiques.

M. Pictet porte à cinq les principales lois qui ressortent de l'examen général des fossiles. On s'est peut-être trop hâté, dit ce savant paléontologiste, d'établir des règles générales; mais ces généralisations, *malgré leurs erreurs de détail*, ont singulièrement contribué à avancer le développement de la paléontologie, en montrant combien de questions

essantes se rattachent à l'étude des fossiles.
lois :
:ces d'animaux d'une époque géologique n'ont
ni après cette époque, en sorte que chaque
s fossiles spéciaux, et qu'aucune espèce ne
'ée dans deux terrains d'âge différent ;
érences qui existent entre les espèces perdues
: actuels sont d'autant plus grandes que ces
lus anciennes ;
paraison des faunes et des flores des diverses
'e que la température a varié à la surface de

èces qui ont vécu aux époques anciennes ont
ition géographique plus étendue que celles
nos jours :
nes des terrains les plus anciens sont, en gé-
ées d'animaux d'une organisation plus im-
degré de perfection s'élève à mesure qu'on
époques récentes. »
apide que nous allons faire des principaux
s gisant, à diverses profondeurs, dans l'é-
, nous fera reconnaître que des créations
sont manifestées à mesure qu'approchait
des choses. Le refroidissement graduel du
e vive lumière sur cette question intéres-
llons-nous constater de la manière la plus
vie ne se manifesta sur cette terre que lors-
nde partie de son calorique se fut dispersé
et que l'organisation ne passa, pour ainsi
e au composé, qu'autant que certaines con-
nériques purent le permettre.
nt entre eux tous les dépôts stratifiés connus,
it, selon l'ancienne méthode, en cinq grandes
a coupe théorique), on remarque que le *ter-*
ésultant de la première pellicule solidifiée par

refroidissement, ne contient aucune trace fossilifère, et qu'ainsi il a été formé antérieurement à l'existence des êtres organisés.

Les dépôts immédiatement placés au-dessus du terrain primitif (*terrains de transition*), et qui sont des *schistes*, des *grès*, des *calcaires*, des *argiles*, etc., présentent, à la fois, dans leur partie inférieure, les premiers indices de végétaux et d'animaux, d'une organisation d'abord assez simple, comme des traces confuses de *plantes*, des *zoophytes*. On y trouve aussi des *mollusques*, des débris de *crustacés*, des empreintes de *poissons*. Tous ces êtres sont marins et diffèrent entièrement des espèces vivantes. Les poissons surtout ont des formes très-bizarres; mais les animaux les plus remarquables, ceux dont les formes s'éloignent le plus des types actuels, sont des crustacés appartenant à la famille des *Trilobites*. A la partie supérieure de ces dépôts, on trouve une grande quantité de plantes qui annoncent une végétation bien supérieure à celle qui se manifeste aujourd'hui, même dans les régions intertropicales. Ces végétaux, dont les espèces et les genres sont perdus, appartiennent aux familles des *fougères*, des *lycopodiacées*, des *équisétacées*, des *sigillariées*, des *algues*, etc. Leurs prodigieux débris indiquent qu'il a fallu un laps de temps considérable pour permettre le développement et l'accumulation sur certains points de tant de végétaux. Ce qui frappe surtout, c'est la taille gigantesque d'une partie de ces plantes; et pour expliquer ce fait, on est forcé d'admettre que la végétation se trouvait alors sous l'influence de circonstances très-favorables. A cette époque correspond la formation de la houille, qui occupe quelquefois, en étendue et en puissance, des espaces considérables.

Après ces premiers dépôts fossilifères, ceux qui leur succèdent par ordre chronologique sont généralement formés de couches plus ou moins puissantes de *grès*, de *calcaire*, de *marne*, d'*argile*, de *craie*, etc. (*terrains secondaires*). Dans ces diverses formations, les animaux précédents ont

. disparu et sont remplacés par des reptiles lézards d'une taille gigantesque, comme les :, les *Ichthyosaurus*, les *Plesiosaurus*, les *Mosa-anodons*, etc. Parmi ces animaux, il en est de considérables, qu'on ne trouve actuellement, cun animal qui puisse leur être comparé. D'au-odactyles) ont des formes tellement bizarres, rentes de ce que nous voyons aujourd'hui, que, tes entiers n'étaient venus confirmer les pré-atomistes, on prendrait leur description pour ies animaux inventés par une imagination fan-lébris de reptiles sont fréquemment mêlés à ıarmi lesquelles on remarque les *Belemnites*, , les *Nautiles*, etc. Quelques ammonites n'ont in mètre de diamètre, et donnent ainsi une ; qu'avaient ces animaux pour se mouvoir.

s abondent dans les dépôts qui nous occupent. i paraître, en petit nombre, les premiers oi-lébris semblent annoncer qu'ils appartiennent *palmipèdes* ou à celui des *échassiers*. Ceux res ne sont point encore représentés; et l'on n étonner, puisque la plus grande partie des t alors submergée. Quant aux végétaux, parmi citerons seulement les *cicadées*, les *conifères*, nnoncent un ordre de choses différent de ce-lé à la formation de la houille; ils sont en gé-ands et moins nombreux que les précédents, des modifications survenues dans la tempé-la composition de l'atmosphère.

qui viennent ensuite et qui forment, dans ce la quatrième époque (*terrains tertiaires*), se couches diverses d'*argile*, de *marnes*, de sa-*calcaire grossier*, de *gypses*, etc. La plupart de it quelques-uns sont d'eau douce, présentent, : organique, un caractère tout différent. On y

remarque un grand nombre de *mammifères* divers, appartenant, en partie, à des genres inconnus à l'état vivant Les principaux sont des *paleotherium*, des *anoplotherium* des *lophiodons* et plusieurs autres *pachydermes* d'espèce diverses. Vers la partie supérieure des formations qui nou occupent, on rencontre, pour la première fois, des *rumi-nants*, des *carnassiers* et une foule d'autres mammifère dont la nature organique commence enfin à présenter de espèces analogues à celles de l'organisation actuelle. On y trouvé récemment plusieurs espèces de *singes*. On y vo paraître aussi un nombre si prodigieux de mollusques, qu' nous serait impossible d'en désigner ici seulement les prin-cipaux genres. Les poissons s'y montrent également en grand nombre; et, malgré la fragilité qu'ils présenten les insectes y ont laissé leurs débris; on en trouve dans l succin de parfaitement conservés. Ajoutons que, dans que-ques roches de cette époque, on aperçoit beaucoup de d pouilles de foraminifères et d'infusoires, petits animau de formes variées dont le principal caractère est de n'êtr bien visibles qu'à l'aide du microscope.

La végétation de cette quatrième époque diffère sensible-ment de celle de l'époque précédente; elle n'offre pas au-tant de traces d'une belle végétation équatoriale; mais, en revanche, elle se montre plus riche en espèces variées de conifères.

Enfin, les dépôts de la cinquième époque (*terrains d'alluvions*), composés, le plus souvent, de *matières arénacées* et de *cailloux roulés*, meubles ou agglutinés, contiennent une grande quantité d'espèces de mammifères fossiles dont les unes n'existent plus aujourd'hui et dont les autres sont identiques à celles qui vivent actuellement. Les alluvions anciennes recèlent des débris de *rhinocéros*, de *tapir*, d'*ours*, d'*hyène*. On y trouve aussi des *éléphants* (mammouth), des *megatherium*, des *cerfs gigantesques*, des *bœufs*, des *chevaux*, des *antilopes*, des *oiseaux*, etc. On ne reconnaît

qu'imparfaitement les poissons de cette époque. Il en est de même des crustacés et des insectes. Il est à présumer que ces animaux se sont mal conservés, parce que les dépôts qui les contiennent ont été formés à la suite de transports subits et violents, auxquels leurs débris ont rarement résisté. Enfin, les alluvions modernes, qui forment les parties les plus superficielles du globe, ne renferment que les débris des espèces vivantes, enfouies avec les ossements de l'espèce humaine, ou avec quelques débris de son industrie. Dans les dépôts précédents, l'homme n'a laissé ni ses dépouilles, ni aucun témoignage de son passage, ou du moins, jusqu'à ce jour, aucun fait de cette nature n'a encore été signalé. Tout porte donc à croire que l'homme est le dernier produit de la création, comme il en est le chef-d'œuvre!

Ainsi qu'on le voit, les êtres, pris en masse, paraissent se compliquer dans leur organisation à mesure qu'on s'élève des couches anciennes vers les couches modernes; mais ce degré successif de perfection a été exagéré. Il n'est pas exact dans toutes ses parties, puisqu'on trouve, dans les terrains anciens, des mollusques, des reptiles et des poissons d'une organisation très-complexe, tandis que les terrains modernes recèlent des genres de ces animaux d'une apparence très-simple. Un fait seulement subsiste à l'appui de la théorie du perfectionnement successif des êtres organisés : les plantes, les zoophytes, les mollusques, ont été créés d'abord; à ceux-ci ont succédé les poissons, les reptiles, puis les oiseaux, les mammifères; et enfin l'homme, venu le dernier.

C'est à ces faits généraux que doit se réduire le développement graduel de l'organisme, à mesure que le globe vieillissait.

Tout porte à croire que la plupart de ces êtres, dont nous venons de fouiller les catacombes, vivaient paisiblement dans les lieux où l'on rencontre leurs débris; car beau-

coup d'entre eux ont conservé leurs formes délicates, qui, bien certainement, n'auraient pu résister à un long transport, sans en présenter les traces. La destruction des reptiles et de la plupart des poissons dut même être parfois instantanée, puisqu'il est rare de trouver un os, ou même une écaille dérangée de sa position naturelle; ce qui amène à penser que des révolutions ont, à diverses époques, enfoui une partie de ces animaux dans les terrains qui les recèlent; et tout semble indiquer que, dans ces grands cataclysmes, la nature procédait d'une manière très-énergique ; aussi ne doit-on pas s'étonner si les animaux et les végétaux ont fourni, dans tous les temps, par leur usure ou par leur décomposition, beaucoup de sédiments divers.

Pour bien comprendre le mode d'enfouissement et de conservation des corps organisés, il importe de ne pas perdre de vue ce point essentiel, savoir : que chacune des couches fossilifères a été successivement la couche supérieure, et que c'est sur elle, au fond des eaux, que continuaient à se déposer les débris de végétaux et d'animaux qui y étaient entraînés conjointement avec des sédiments. Ensuite s'opérait, avec le temps, la fossilisation qui n'est autre chose, en général, que le résultat de l'imprégnation de substances, le plus souvent calcaires ou siliceuses, tenues en solution dans l'eau. On comprend que, dans l'accomplissement de ce phénomène de pétrification, chaque molécule organique, mise en liberté quelquefois sous forme de gaz, par la décomposition, a pu être remplacée au même instant par des molécules terreuses qui se sont successivement durcies, en conservant la forme des parties solides où elles s'appliquaient.

Les belles expériences de M. Gœppert peuvent, en quelque sorte, nous donner une idée générale du procédé qu'emploie la nature pour fossiliser les corps organiques immergés. Ce savant, au moyen de certaines dissolutions terreuses assez concentrées, dans lesquelles il laisse tremper des plantes et des animaux jusqu'à ce que les solutions aient entiè-

·é dans l'intérieur des corps, expose ensuite ces
ı assez vif pour en détruire le tissu organique,
définitive, la substance terreuse sous la forme
de l'animal.

a des fossiles particuliers à certains dépôts,
siles ne se montrent pas dans les dépôts anté-
:érieurs, il est évident qu'on peut, par la pré-
:orps, caractériser les terrains qui les recèlent.
ssilisés sont donc des points de repères, des
niques, facilitant les moyens de se reconnaître
dédale de couches qui se sont succédé; dédale
r ainsi dire, qu'une vaste mosaïque à plusieurs
ustement comparé les fossiles à des médailles
nsulter pour déterminer les époques géolo-
ıe, en archéologie, les débris des monuments
:nt à fixer des dates ou des faits historiques.
ıants témoignages dans tous ces documents
; les interroger! C'est en s'appuyant sur la
e que la géologie a fait des progrès sérieux,
ı donnant à sa marche une direction nouvelle,
l'une des sciences les plus utiles, et sans
: des plus intéressantes des connaissances hu-

:rtes paléontologiques, avons-nous dit, tendent
fait, que chaque terrain sédimentaire et même
ion indépendante renferme une faune et une
dont on retrouve les débris identiques sur des
ement éloignés les uns des autres. On com-
e loi, bien que paraissant générale, peut avoir
r, d'après l'état actuel des choses, il ne serait
e supposer qu'à chaque époque les végétaux et
:nt rigoureusement présenté les mêmes carac-
les points du globe. Cependant il est très-pro-
ınciennes époques, la différence de tempéra-
: actuellement l'immense variété des espèces

végétales et animales, n'était pas aussi sensible, aussi tranchée qu'elle l'est aujourd'hui d'une contrée à l'autre, et que cette circonstance pouvait conséquemment s'opposer à la variété des êtres qui vivaient sur des points très-éloignés les uns des autres.

Au reste voici, sur ce sujet, l'opinion émise par M. Alcide d'Orbigny, dans le *Cours de Paléontologie* qu'il vient de publier. « 1° Il s'est manifesté, à la surface de la terre, de longs intervalles de repos, pendant lesquels les couches sédimentaires se sont déposées lentement avec les nombreux restes des animaux qui vivaient alors sur les continents et dans les mers; 2° par suite du refroidissement du centre et de la croûte extérieure du globe terrestre, le retrait des matières a produit, sur cette croûte consolidée, des reliefs et des affaissements auxquels on croit devoir, en raison du mouvement des eaux, attribuer l'anéantissement complet de la faune existant à chaque époque; 3° ces dislocations ont amené, à chaque époque, des changements de niveau dans les couches consolidées et dans les mers; 4° enfin, à la suite d'un laps de temps d'agitation plus ou moins prolongé, après chacune de ces révolutions géologiques, des êtres différents ont été créés et sont venus, de nouveau, couvrir et animer la surface de la terre.

« En résumé, ajoute plus loin, dans le même ouvrage, ce paléontologiste, toutes les considérations de notre troisième partie, où nous donnons le résultat de la discussion sévère de la paléontologie du globe, relative aux animaux vertébrés et annelés, et à plus de *dix-huit mille* espèces d'animaux mollusques et rayonnés; tous les résultats géologiques de notre quatrième partie, où nous examinons les caractères stratigraphiques et paléontologiques des étages, nous amènent aux conclusions suivantes :

« Les animaux, ne montrant dans leurs formes spécifiques aucune transition, se sont succédé à la surface du globe, *non par passage*, mais par extinction des races exis-

tantes et par la création successive des espèces à chaque époque géologique.

« Les animaux sont répartis par étages, suivant les époques géologiques. Chacune de ces époques présente, en effet, à la surface du globe, une faune distincte, caractérisée par des formes spéciales et par des espèces identiquement les mêmes partout ; aussi les étages silurien, dévonien, carboniférien, permien, jurassiques, crétacés, et même les étages inférieurs des terrains tertiaires de toutes les couches géologiques du globe, sur lesquelles nous avons des données certaines, présentent-ils des caractères paléontologiques identiques, c'est-à-dire le même *facies* d'ensemble, les mêmes formes génériques et un nombre plus ou moins grand d'espèces identiques, communes partout, qui prouvent leur complète contemporanéité.

« Cette contemporanéité d'existence, qu'on remarque à d'immenses distances aux premiers temps de l'animalisation et jusqu'à l'époque où se déposent les terrains tertiaires, semble dépendre d'une température uniforme et du peu de profondeur des mers. Néanmoins, cet état de choses ne pouvait se maintenir, dès que l'influence de la latitude, et conséquemment l'inégalité de température déterminée par le refroidissement de la terre, d'un côté, les systèmes de montagnes de l'autre, ainsi que les grandes profondeurs des océans, apportaient autant de barrières infranchissables à la zoologie terrestre et marine. On doit donc croire que l'uniformité de répartition des êtres sur le globe tient, pour les uns, à l'égalité de température déterminée par la chaleur centrale, et pour les autres, à cette même cause, combinée avec le peu de profondeur des mers ; tandis que le morcellement des faunes tertiaires récentes, par bassins de plus en plus restreints, provient, en approchant de l'époque actuelle, du refroidissement de la terre, des limites de latitude, des barrières terrestres et marines qui ont mis obstacle à l'extension des faunes. »

Pour le moment, nous ne nous étendrons pas davantage sur les fossiles. Le peu que nous en avons dit montre que la vie a existé à la surface du globe, depuis des époques géologiques extrêmement reculées ; que les créations ont succédé aux créations au fur et à mesure que l'organisation du globe éprouvait des modifications ; et qu'enfin les êtres organisés se sont de plus en plus développés depuis que la vie s'est manifestée sur la terre, jusqu'à l'apparition comparativement récente de l'homme.

D'après l'énoncé de tous les faits qui précèdent, faits que nous avons cherché à résumer et à grouper aussi méthodiquement que possible, nous allons essayer d'esquisser à grands traits la théorie de la formation de la terre, et, par le concours des phénomènes observés, tâcher de mettre en évidence ce merveilleux enchaînement qui mène du connu à l'inconnu.

Dans cette rapide description, nous quitterons le terrain certain des observations pour aborder le terrain moins solide des idées théoriques ; mais nos hypothèses s'appuieront constamment sur les principes que nous avons exposés. Grâce à cette marche rationnelle, la partie intéressante de la géologie qu'on nomme *Géogénie* ne sera plus considérée comme un rêve, comme le roman de la nature, mais bien comme une histoire avec ses époques, ses événements, ses révolutions chronologiques, gravés, à diverses profondeurs, dans le sol, en caractères ineffaçables. Sans doute ces caractères ne sont pas toujours parfaitement lisibles ; sans doute la plus grande sagacité est quelquefois impuissante à les interpréter d'une manière satisfaisante ; aussi nous tiendrons-nous pour satisfaits, si, nous aidant des récents progrès de la science, nous parvenons à soulever un coin du voile qui dérobe à nos yeux le mystérieux spectacle des époques antérieures à la nôtre.

Placée à la suite des faits que nous venons d'exposer, cette partie théorique aura, nous l'espérons, l'avantage de per-

mettre au lecteur d'embrasser l'ensemble de l'édifice géologique, point capital de la plus haute importance et qui aplanit bien des difficultés. La partie géognostique qui vient ensuite lui paraîtra moins aride, moins confuse ; il en saisira mieux les détails, qui lui sembleront dès lors autant de conséquences naturelles des faits dont il connaîtra la cause ; enfin, il appréciera mieux plus tard les nombreuses applications dont cette partie de la science est susceptible, et qui forment particulièrement le but de cet ouvrage.

CHAPITRE VI.

GÉOGÉNIE

OU

Théorie de la formation de la terre.

Esquisse des diverses phases de l'histoire du globe, tant sous le rapport inorganique que sous le rapport organique. — Concordance des faits géologiques avec l'ordre de création établi dans la Genèse.

Le commencement de l'histoire du globe terrestre remonte à des temps si reculés, que les vestiges des plus anciens monuments des hommes ne datent, pour ainsi dire, que d'hier, quand on en compare l'âge à celui des premières époques géologiques. Pour suivre l'enchaînement des faits de cette histoire, nous n'avons ni manuscrits, ni traditions qui puissent nous guider ; il faut donc tout deviner, ou plutôt, d'après la connaissance des lois immuables de la nature, il faut interpréter rationnellement les témoignages des événements divers dont notre globe a conservé les traces ; il faut, à l'aide des phénomènes géologiques que nous connaissons, remonter par induction aux époques antérieures, les suivre pas à pas, expliquer les faits anciens par les faits actuels, et en montrer la connexion intime.

Ainsi que nous croyons l'avoir démontré, la terre fut originairement une masse incandescente de matière liquéfiée, qui prit, sous la double puissance de l'attraction centrale et de la force centrifuge, la forme sphéroïdale que nous lui connaissons. Pendant cette période d'incandes-

cence qu'attestent les traces d'ignition du sol originaire, l'élévation croissante de la température, à mesure qu'on pénètre dans les entrailles de la terre, et une foule d'autres faits concomitants, il est évident que l'eau et toutes les matières qui se volatilisent par la simple chaleur de nos fourneaux, étaient à l'état gazeux et réunies aux fluides élastiques de l'atmosphère. Celle-ci devait donc présenter un volume considérable, et, par suite, exercer une énorme pression qu'on présume avoir été cinquante fois plus forte que celle d'aujourd'hui.

Ainsi lancé dans l'espace par l'intervention d'une volonté suprême, ce globe incandescent dut obéir aux lois du rayonnement de la chaleur, c'est-à-dire perdre graduellement une partie de son calorique pour le distribuer à tous les corps planétaires perdus dans l'immensité. C'est sans doute en vertu de ce refroidissement incessant que la surface du globe passa peu à peu à l'état solide. De là dut résulter un premier mode de formation de roches ignées, une pellicule qui sépara la masse incandescente interne de l'atmosphère enveloppante. Cette première croûte dut tendre de plus en plus à s'épaissir de *haut en bas*, mais avec une extrême lenteur, puisque les laves que vomissent aujourd'hui les volcans mettent parfois un certain nombre d'années à se solidifier complétement, malgré leur isolement et le concours plus favorable d'une température beaucoup plus basse. On conçoit, néanmoins, qu'avec le temps les molécules les plus voisines de la partie déjà figée durent successivement s'y réunir et cristalliser; et cette cristallisation, si visible dans les roches primordiales, s'opéra toujours, sous la croûte solide, par la continuelle déperdition du calorique.

Pendant que notre globe circulait dans l'espace, emportant avec lui son immense atmosphère impropre à la vie, et que nul rayon lumineux ne pouvait encore traverser, quelques matières vaporisées, en suspension dans l'atmosphère, se condensaient et se précipitaient à la surface de la terre.

La vapeur d'eau elle-même obéit à cette loi, dès que la température ne fut plus suffisante pour la maintenir en masse à l'état de fluide aériforme. Les premières eaux tombèrent; elles furent mises en ébullition par la chaleur qui régnait encore à la surface du globe. Cette particularité donna naissance à des combinaisons chimiques placées dans des conditions telles qu'elles purent se manifester avec une grande énergie.

Ces précipitations, ces combinaisons diverses donnèrent lieu extérieurement, de *bas en haut*, à des dépôts plus ou moins puissants, à des modifications plus ou moins sensibles dans la structure des masses minérales. Cette hypothèse, très-probable, est propre à nous expliquer certaines variations de roches, qui, à la partie supérieure du terrain primitif, passent graduellement des unes aux autres, et qui présentent quelquefois les caractères de roches formées à la fois par la voie ignée et par la voie aqueuse. Ainsi se firent les premiers dépôts, par l'intermédiaire de l'eau, sous l'influence d'une chaleur et d'une pression considérables; ainsi commença cette longue série de couches d'origine aqueuse, qui se continuent encore de nos jours.

Cependant les siècles s'écoulent, les périodes plus longues se succèdent; et la croûte solide continuant à s'épaissir, de *haut en bas* par le refroidissement, et de *bas en haut*, soit par l'accumulation de dépôts divers que produisaient le déplacement des eaux et tous les agents érosifs combinés, soit par l'épanchement et la solidification de masses incandescentes; cette croûte, disons-nous, dut enfin former un écran assez épais pour tempérer l'influence du calorique intérieur, d'autant plus que les roches qui la constituent conduisent mal la chaleur. Les eaux purent donc s'accumuler sur la terre, c'est-à-dire s'y réunir en masses de plus en plus étendues et former enfin des mers peu profondes qui couvraient la presque totalité de la surface du globe.

A cette époque remonte probablement le principe de la salure des eaux de la mer, par la dissolution de chlorure de sodium ; car, si cette salure ne fût survenue accidentellement que plus tard, n'eût-elle pas fait périr les myriades d'animaux qui bientôt peuplèrent l'Océan ?

A mesure que la solidification intérieure de l'écorce terrestre avait lieu, le volume de la masse fluide interne diminuait, par suite de son refroidissement successif. La croûte enveloppante devait aussi éprouver un retrait, se contracter, se fissurer et se briser sur divers points. De plus, cette contraction opérant des pressions énormes sur la masse fluide, les gaz et les matières en fusion du foyer central durent tendre à s'échapper au dehors par les points de moindre résistance, c'est-à-dire par les principales fissures préexistantes. Ces influences dynamiques déterminèrent les premiers soulèvements et affaissements, d'abord peu considérables, parce que la croûte, encore très-fragile, cédait facilement, en se fracturant dans tous les sens; aussi ne dut-il se produire dans le sol que des déchirures, des plissements, des ondulations, mais point encore de hautes montagnes. Ce changement dans la configuration du sol amenant toujours un déplacement des eaux, il en résultait des courants, des inondations dont la force érosive accumulait une grande quantité de sédiments divers arrachés au sol originaire, sédiments qui se consolidaient ensuite sous les eaux à l'aide d'un ciment, comme cela arrive encore de nos jours.

Il est naturel d'admettre que ces dislocations de l'écorce solide s'opéraient sur une grande étendue; car on voit les anciens terrains déchirés, fracturés en tous sens, et présentant, sur les points de rupture, la matière éruptive qui s'y introduisait chaque fois qu'avait lieu le phénomène de dislocation.

L'origine des *filons* se lie directement à cette action. On conçoit, en effet, que ces grandes agitations du sol devaient

produire une multitude de fentes, de fissures bien plus étendues que celles qui résultent encore quelquefois des tremblements de terre. Ces fentes livraient passage à des gaz de différentes natures, et probablement aussi à diverses substances métalliques vaporisées. Or, une grande partie de ces fissures a pu se remplir de bas en haut, soit par la matière en fusion elle-même, soit par la condensation d'émanations minérales qui venaient successivement tapisser les parois des fissures. Telle est, sans doute, l'origine des filons d'oxydes de cuivre et d'étain, de sulfure de plomb, etc., filons qui tous se trouvent dans les terrains anciens.

Les conditions nécessaires au développement des êtres organisés n'existaient pas encore. Le globe était entièrement privé d'êtres animés; mais, lorsque la pression atmosphérique eut sensiblement diminué, lorsque la température ne dépassa plus 80 ou 90°, la vie put se manifester. Des végétaux et des animaux marins parurent. Tout porte à croire que la première apparition de la vie s'est annoncée par des plantes; toutefois, leurs débris, mal conservés, ne sont en général bien reconnaissables que dans les formations ultérieures. Après cette première apparition d'animaux qui sont des zoophytes, des mollusques et des crustacés (trilobites), quelques poissons vinrent habiter ce globe, si longtemps désert.

Vers la fin de cette première période organique, la température s'étant sensiblement abaissée, les eaux durent absorber une partie de l'énorme quantité d'acide carbonique répandu dans l'atmosphère, et dès lors devinrent propres à exercer une action chimique sur diverses substances minérales, sur la chaux en particulier. Les roches calcaires commencèrent donc à devenir plus abondantes; mais il est à remarquer qu'elles prennent plus tard une puissance si disproportionnée avec la petite quantité de chaux renfermée dans le sol originaire, qu'on est fondé à penser que de nombreuses sources thermales calcarifères et l'acide carbonique

de l'atmosphère ont donné lieu, par combinaison, à la production de ces roches.

Quant à la formation des autres principales roches sédimentaires, elle s'opérait sous les eaux de la même manière que cela a lieu encore de nos jours : ainsi les roches argileuses étaient, en général, produites par la décomposition et l'accumulation des matières feldspathiques, etc. ; les grès résultaient de la trituration et de l'agglomération des matières quartzeuses ; enfin, comme on le pense bien, les trois principaux éléments des roches sédimentaires, qui sont le calcaire, l'argile et les matières quartzeuses, devaient, dans maintes circonstances, se confondre, se mélanger dans des proportions diverses, sous forme pulvérulente ou fragmentaire, et donner ainsi naissance à des roches composées ou hétérogènes, comme les marnes, les grès argileux ou calcarifères, les poudingues, les brèches, etc., etc.

Remarquons maintenant que les êtres organisés, les plantes surtout, devaient s'approprier une partie de l'acide carbonique dont l'atmosphère était saturée ; il en résultait que l'air se purifiait et devenait, de plus en plus, propre au développement de la vie animale.

Pendant que s'accomplissaient ces modifications incessantes dans la masse atmosphérique, les sédiments continuaient à se déposer sous les eaux, soit par voie de précipitation, soit par voie d'agrégation mécanique ; et les dépôts qui en résultèrent présenteraient aujourd'hui une grande continuité, si l'action ignée n'avait, de temps à autre, bouleversé ces dépôts sédimentaires. Le repos de l'action plutonique n'a donc jamais été qu'apparent ; et, chaque fois que l'équilibre se trouvait rompu entre la résistance de l'enveloppe solide et la force expansive des gaz qui se développaient à l'intérieur, ces gaz, se frayant une issue, soulevaient et déchiraient la croûte terrestre. Souvent alors la matière fluide et incandescente s'ouvrait aussi un passage jusqu'à la surface, où elle venait s'épancher. De là le désordre qui existe

dans la disposition des couches anciennes, qui, de planes et horizontales qu'elles étaient, sont devenues plus ou moins inclinées; de là encore les plissements divers de certaines roches de cette époque, qui se trouvaient probablement dans un état de mollesse assez grand pour se replier sur elles-mêmes sans se rompre.

Par suite de soulèvements successifs, la surface du globe devait offrir l'aspect que présente aujourd'hui l'Océanie, c'est-à-dire qu'elle devait être couverte d'innombrables îles, où, sous l'influence de circonstances favorables, purent se développer des plantes arborescentes. La végétation prit peu à peu un caractère grandiose. Des *fougères*, des *équisétacées*, des *lycopodiacées*, etc., déployèrent partout leurs formes gigantesques.

Toutes les conditions existaient, dans ces temps reculés, pour imprimer à la végétation un développement considérable. En effet, l'atmosphère était saturée d'acide carbonique, si nécessaire aux plantes forestières, et une température assez élevée, résultant de la chaleur intérieure, régnait toute l'année. De plus, la vapeur d'eau, qui s'élevait abondamment de ce sol en partie submergé, prêtait à la végétation sa salutaire influence; et, comme il n'y avait encore aucun animal terrestre pour s'opposer à ce développement extraordinaire, on conçoit que les plantes durent croître et se multiplier indéfiniment.

L'origine d'une partie de la houille se rattache à ces circonstances; car, bien que ce combustible semble quelquefois résulter de l'accumulation et de la décomposition sur place des végétaux qui couvraient la terre aux anciennes époques, il faut aussi admettre qu'arrachées au sol qui les avait vues naître, entraînées par des inondations ou des courants plus ou moins violents, les plantes furent jetées en masse dans des lacs, des golfes ou des embouchures de rivières. Là, après avoir flotté quelque temps à la surface, ces bois, saturés sans doute par l'eau, durent cou-

ler au fond avec les détritus que la répétition du même phénomène y accumulait successivement. C'est ainsi recouverts, et probablement sous l'influence d'actions chimiques et de circonstances diverses, que peu à peu ces végétaux ont changé de forme et de composition, en passant à l'état de charbon minéral. Le charriage de troncs d'arbres, que certains fleuves opèrent encore de nos jours, est bien propre à nous donner une idée de ce qui put se faire d'analogue, sur une grande échelle, à la suite d'une brusque inondation, alors que, dans toutes les parties émergées de la terre se développait une végétation gigantesque, végétation dont nous retrouvons les débris quelquefois reconnaissables dans l'étage houiller.

Une aussi puissante végétation enleva successivement à l'atmosphère une énorme quantité d'acide carbonique, en s'emparant du carbone de ce gaz. L'air plus pur, plus oxygéné, put donc entretenir la vie d'animaux plus parfaits. Des êtres plus complexes purent désormais respirer. Alors apparurent ces énormes reptiles aux formes si bizarres et si variées, en compagnie de tortues géantes, de poissons difformes et d'une plus grande variété de mollusques, tous marins. Quelques rares oiseaux de l'ordre des échassiers se montrèrent ultérieurement, c'est-à-dire quand l'atmosphère fut encore devenue plus propre au développement de l'animalisation. Des arbres plus parfaits, des conifères, vinrent successivement rompre l'uniformité de la végétation.

Indépendamment des cataclysmes qui, en déplaçant les eaux, faisaient périr les anciens habitants du globe, tout porte à croire que ces êtres organisés subissaient aussi, avec le temps, l'influence des modifications incessantes qui se manifestaient dans la température, dans la pression et dans la composition de l'atmosphère, et qu'en conséquence des familles entières s'éteignaient au fur et à mesure que leur organisation n'était plus en rapport avec les circonstances nouvelles. Admirable plan du Créateur.

qui, en couvrant la surface du globe d'êtres divers, semble avoir multiplié, d'abord, ceux dont les organes étaient en harmonie avec le milieu dans lequel ils devaient vivre, tandis que d'autres êtres plus complexes n'y auraient point encore trouvé tous les éléments nécessaires à leur existence!

De violents soulèvements élevaient sans cesse de nouvelles terres au-dessus des eaux, et conséquemment les mers devenaient de plus en plus profondes. Les continents se formaient peu à peu, et, avec eux, des bassins d'eau douce, qui recevaient divers sédiments. Le déplacement des eaux donnait lieu à de grandes érosions. Des sources thermales coulaient de toutes parts et apportaient leur tribut à la formation de certaines masses minérales. De fréquents épanchements couvraient le globe d'aspérités. Les mêmes causes continuaient d'agir, et amenaient toujours les mêmes résultats.

La terre était encore privée de mammifères; mais l'atmosphère se purifiant de plus en plus par les causes déjà signalées, l'époque vint où des animaux d'une organisation plus parfaite purent naître et se développer. Cette période vit paraître, en même temps, les grands mammifères aquatiques et terrestres. Les Lamantins, les Dauphins, les Phoques, etc., partagèrent le domaine des eaux avec les poissons. Des herbivores, des carnassiers, des rongeurs, habitèrent, avec les oiseaux, devenus plus nombreux, une terre couverte d'une riche végétation de dicotylédones. Alors vécurent aussi tous ces animaux dont les genres actuellement perdus ont été établis par les admirables travaux de Cuvier, tels sont les Paleotherium, les Anoplotherium, etc.

A mesure que se manifestait cette progression croissante dans le règne organique, le contraire avait lieu dans le règne inorganique qui lui correspond. En effet, c'est aux premières époques qu'appartient la formation du plus grand nombre de roches et de minéraux diversement composés:

et, à mesure qu'on s'élève dans la série des formations où les espèces animales et végétales se multiplient, on voit le nombre des roches et des espèces minérales se restreindre de plus en plus jusqu'à l'époque actuelle.

Malgré la puissance de l'écorce terrestre qui augmentait toujours graduellement, les phénomènes de contraction et de pression que nous avons exposés plus haut s'opposaient à ce que les gaz intérieurs et la masse fluide incandescente pussent rester complétement emprisonnés dans leur faible enveloppe. Plus était grand l'effort qui semblait devoir les contenir, plus grande était aussi la force expansive qui les poussait vers la surface. Cette action se manifestait principalement par la sortie de matières fluides, plus ou moins pâteuses, qui s'élevaient, parfois, sous forme de crêtes à bases plus ou moins larges, formant ainsi les axes de systèmes de montagnes. De ces influences résultaient des soulèvements qui avaient lieu, non par un mouvement lent et continu, mais bien par secousses violentes et rapides, comme semble l'indiquer le redressement des couches soulevées et le brusque déplacement des eaux, dont on peut reconnaître les traces aux grands accidents d'érosion qui en sont résultés. Ces soulèvements paraissent avoir augmenté d'intensité à mesure que l'écorce terrestre augmentait de puissance; en sorte que les derniers événements de ce genre auraient formé les plus hautes chaînes de montagnes; et, comme il est probable que les mêmes causes subsistent encore aujourd'hui, et que la tranquillité dont notre globe jouit est due à leur repos plutôt qu'à leur anéantissement, rien ne nous garantit que, dans le cours des siècles futurs, les puissances plutoniques ne soulèveront pas de nouveaux systèmes de montagnes plus élevés, plus imposants encore que ceux qui existent actuellement.

On peut se faire une idée des perturbations qu'occasionnaient ces soulèvements lorsqu'ils se manifestaient brusquement au sein des mers. Déplacées et errantes pendant

quelque temps sur la surface du globe, les eaux devaient alors produire de grandes inondations, qui balayaient, pour ainsi dire, une partie des continents. De là ces dépôts d'anciennes alluvions, de cailloux roulés qu'on rencontre en tous lieux, et dont les matériaux sont rarement agglutinés, traces irrécusables de déluges partiels dont notre globe paraît, à plusieurs reprises, avoir été le théâtre. Dans quelques circonstances, l'impétuosité des eaux, augmentée par la grande quantité de détritus qu'elles tenaient en suspension, dut peut-être acquérir une force suffisante pour expliquer le transport des blocs erratiques.

La puissance de ces courants devait produire d'immenses érosions, surtout quand elle s'exerçait sur des masses meubles ou friables. Alors les eaux creusaient d'énormes sillons, laissaient des traces profondes de leur passage; et c'est là, probablement, la cause de la plupart des ondulations que présente la surface de la terre; car il faut bien se garder de croire que toutes les aspérités du globe soient le résultat de soulèvements et d'affaissements; il faut aussi faire la part du ravinement et de la dénudation, auxquels sont dus un grand nombre de vallées et de coteaux.

La formation du sel gemme semble également liée au déplacement des eaux. On comprend, en effet, que, dans ces convulsions de la nature dont nous pouvons souvent constater les traces, des eaux salées, errantes sur les continents, aient pu trouver accès dans de grandes dépressions, et que là, isolées, elles y aient subi une évaporation plus ou moins prolongée, activée peut-être par quelque influence plutonique, de telle sorte qu'il en serait résulté des masses plus ou moins pures de sel gemme, salies quelquefois par des dépôts argileux.

Dans cette rapide esquisse géogénique, appuyée sur une foule d'observations acquises à la science, on voit que trois faits principaux ont contribué à modifier la surface du globe : ce sont les soulèvements, les émissions

de matière ignée et la production de dépôts sédimentaires formés par couches régulières dans le sein des eaux, et provenant, soit de la dissolution, soit, plus souvent encore, de la désagrégation ou de la trituration de toutes sortes de roches. Ces trois genres de phénomènes ont constamment marché de front pendant la longue série des âges géologiques. Toujours des relations intimes ont uni ces trois phénomènes; car les soulèvements, en déterminant la position des eaux, déterminaient aussi la place des dépôts sédimentaires, et avaient en même temps, avec les roches ignées, les rapports qui existent entre les résultats d'une même cause.

A mesure que l'écorce terrestre augmentait de puissance, la température, résultant de la chaleur centrale, continuait à s'abaisser graduellement et passait sur certains points, comme en Europe, par exemple, du degré équatorial à celui qui règne actuellement sur cette partie du globe. Cette opinion est fondée sur certains caractères botaniques et zoologiques qu'on peut apprécier dans les fossiles de la partie supérieure des terrains tertiaires; ainsi, la seule chaleur émise par le soleil allait désormais suffire à l'organisation et à la vitalité des nouveaux habitants de la terre.

Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que, malgré l'extinction successive des êtres organisés, victimes soit des modifications qu'éprouvait le milieu dans lequel ils se trouvaient, soit des brusques inondations dont les courants balayaient le sol émergé, le nombre des espèces animales et végétales, qui ont fait leur apparition après chaque grande révolution du globe, a toujours été en augmentant, en même temps que l'organisation de ces espèces se compliquait davantage. En effet, les derniers dépôts des terrains tertiaires nous présentent, en abondance, des vestiges de plantes dycotilédonnées, une prodigieuse quantité d'espèces de mollusques, des débris de ruminants, de pachydermes, de rongeurs, de carnassiers et même de quadrumanes récemment décou-

verts par M. Lartet, dans une marne d'eau douce, correspondant à l'étage des faluns.

Plus tard, quand le globe se trouva dans des conditions propres au libre développement des êtres organisés, quand la vie eut été, pour ainsi dire, essayée sur une échelle de plus en plus élevée, l'homme parut. Grâce à l'intelligence qui lui échut en partage, il put, contemplant la splendeur de l'univers, embrasser d'un regard la voûte étoilée, y saisir une pensée, et faire respectueusement monter vers son Créateur des accents d'amour et de reconnaissance jusqu'alors inconnus sur cette terre! Peu à peu, et par son travail incessant, il établit son empire sur tout ce qui existe ici-bas; et, soumettant encore, chaque jour, la nature à la puissance de son esprit, il lutte avec persévérance pour lui dérober des secrets dont il se sert pour augmenter la somme de son bien-être physique et moral (1)!

(1) Le lecteur a sans doute remarqué la concordance qui existe entre le récit de la Genèse et la théorie géogénique appuyée sur les faits géologiques. Dieu, dit la Genèse, créa le monde en six jours et se reposa le septième. Évidemment, les jours dont il est ici question sont des époques; cette assertion, qui n'a rien d'hétérodoxe, est, d'ailleurs, suffisamment justifiée; car, le mot hébreu *iom*, qu'on a traduit par *jour*, signifie aussi *révolution*, *époque*, c'est-à-dire laps de temps plus ou moins considérable. Ce point établi, il suffira de mettre en regard des versets du premier chapitre de la Genèse les grands événements géologiques qui leur correspondent, pour montrer la coïncidence frappante des faits relatés par Moïse avec ceux que le géologue trouve gravés, à diverses profondeurs dans le sol, en caractères distincts et ineffaçables.

GENÈSE. *Traduite sur la Vulgate par le Maistre de Saci.*	GÉOGÉNIE.
Au commencement Dieu créa le ciel et la terre.	
La terre était informe et toute nue; les ténèbres couvraient la face de l'abîme; et l'esprit de Dieu était porté sur les eaux.	La terre fut, dans le principe, une masse incandescente de matière liquéfiée; l'eau et plusieurs autres substances vaporisées formaient alors, dans l'atmosphère, un écran ténébreux. Cette première époque a reçu des géologues le nom de *cahotique*.
Or Dieu dit: Que la lumière soit faite: et la lumière fut faite.	Les récents progrès de la physique ayant fait connaître que, dans certaines condi-

L'apparition de nouveaux êtres généralement plus parfaits, à mesure que la terre devenait plus habitable, est un phénomène dont les connaissances actuelles ont vainement essayé de donner une explication satisfaisante. Quelques géologues, il est vrai, ont voulu supposer, et quelques zoologistes admettent encore aujourd'hui, que cette succession peut s'expli-

Dieu vit que la lumière était bonne, et sépara la lumière d'avec les ténèbres.

Il donna à la lumière le nom de jour, et aux ténèbres le nom de nuit; et du soir et du matin se fit le premier jour.

Dieu dit aussi : que le firmament soit fait au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux.

Et Dieu fit le firmament : et il sépara les eaux qui étaient sous le firmament d'avec celles qui étaient au-dessus du firmament. Et cela se fit ainsi.

Et Dieu donna au firmament le nom de ciel; et du soir et du matin se fit le second jour.

Dieu dit encore : Que les eaux qui sont sous le ciel se rassemblent en un seul lieu, et que *l'élément aride* paraisse. Et cela se fit ainsi.

Dieu donna à l'élément aride le nom de terre, et il appela mers toutes ces eaux rassemblées. Et il vit que cela était bon.

Dieu dit encore : Que la terre produise de l'herbe verte qui porte de la graine, et des arbres fruitiers qui portent du fruit chacun selon son espèce, et qui renferment leur semence en eux-mêmes pour se reproduire sur la terre. Et cela se fit ainsi.

La terre produisit donc de l'herbe verte qui portait de la graine selon son espèce, et des arbres fruitiers qui renfermaient leur semence en eux-mêmes, chacun selon son espèce. Et Dieu vit que cela était bon.

Et du soir au matin se fit le troisième jour.

Dieu dit aussi : Que des corps de lumière soient faits dans le firmament du ciel, afin

tions, de la lumière ajoutée à de la lumière produit les ténèbres, les physiciens, abandonnant la théorie de *l'émission* de la lumière par des corps lumineux, ont adopté la théorie des *vibrations et des ondulations*, théorie qui admet l'existence d'un fluide très-subtil nommé *éther*, et répandu dans tout l'univers. Les corps lumineux sont seulement doués de la propriété d'exciter ce fluide éthéré, et la vibration qui en résulte produit sur l'œil la vision; en sorte que, d'après cette hypothèse, admise aujourd'hui par le monde savant, rien ne contredit la création spéciale d'un fluide impondérable que la Genèse désigne sous le nom de lumière.

Les eaux, vaporisées et tenues en suspension dans l'atmosphère, se condensèrent par suite du refroidissement graduel de la terre, et se précipitèrent au fur et à mesure de leur condensation : *les eaux se séparèrent des eaux.*

En se précipitant à la surface de la terre, les eaux ont formé des mers peu profondes qui couvraient la surface du globe; et il est bien constant que les soulèvements du terrain primitif ont émergé les premiers noyaux des continents : c'est ainsi que *parut l'élément aride.*

Les traces de végétaux, et quelques matières anthraxifères qu'on trouve dans les plus anciens terrains fossilifères, indiquent suffisamment que la première apparition de la vie sur la terre s'est manifestée par la végétation de plantes diverses.

quer par la transformation des espèces, sous l'influence des variations que subissaient la température, la pression et la composition de l'atmosphère. Dans cette hypothèse, les êtres actuellement vivants descendraient, par une filiation non interrompue, de ceux des premières époques géologiques. Toutefois, comme cette théorie conduit à un abîme, on veut

qu'ils séparent le jour d'avec la nuit, et qu'ils servent de signes pour marquer les temps et les saisons, les jours et les années. Qu'ils luisent dans le firmament du ciel, et qu'ils éclairent la terre. Et cela se fit ainsi.

Dieu fit donc deux grands corps lumineux, l'un plus grand, pour présider au jour, et l'autre moindre, pour présider à la nuit : il fit aussi les étoiles.

Et il les mit dans le firmament du ciel pour luire sur la terre.

Pour présider au jour et à la nuit, et pour séparer la lumière d'avec les ténèbres. Et Dieu vit que cela était bon.

Et du soir et du matin se fit le quatrième jour.

Dieu dit encore : Que les eaux produisent des animaux vivants qui nagent dans l'eau, et des oiseaux qui volent sur la terre, sous le firmament du ciel.

Dieu créa donc les grands poissons et tous les animaux qui ont la vie et le mouvement, que les eaux produisirent chacun selon son espèce, et il créa aussi tous les oiseaux selon leur espèce. Il vit que cela était bon.

Et il les bénit, en disant : Croissez et multipliez-vous, et remplissez les eaux de la mer; et que les oiseaux se multiplient sur la terre.

Et du soir et du matin se fit le cinquième jour.

Dieu dit aussi : Que la terre produise des animaux vivants, chacun selon son espèce, les animaux domestiques, les reptiles et les bêtes sauvages de la terre selon leurs différentes espèces. Et cela se fit ainsi.

Dieu fit donc les bêtes sauvages de la terre selon leurs espèces, les animaux domestiques et tous les reptiles chacun selon son espèce. Et Dieu vit que cela était bon.

Il dit ensuite : Faisons l'homme à notre image et à notre ressemblance, et qu'il com-

La paléontologie constate, avec la plus grande évidence, que les premiers animaux qui ont habité le globe sont des zoophytes, des mollusques, des crustacés (*trilobites*), des poissons et de grands reptiles sauriens. Tous ces animaux sont marins. Parmi les autres animaux qui apparurent ensuite, on signale précisément des oiseaux.

Les faits géologiques recueillis sur tous les points du globe concourrent à prouver que les animaux *terrestres*, et surtout les mammifères, ont été créés les derniers; aussi ne trouve-t-on leurs dépouilles fossilisées que dans les terrains de formation moderne. On signale, il est vrai, deux ou trois mammifères trouvés dans quelques terrains anciens; mais ces faits exceptionnels et anormaux sont regardés comme douteux par plusieurs paléontologistes, et notamment par M. Alcide d'Orbigny.

Les géologues de toutes les écoles, de tous les pays, s'accordent à reconnaître que l'es-

bien faire une exception pour l'espèce humaine créée la dernière; mais alors pourquoi n'y aurait-il pas eu aussi plusieurs autres créations antérieures et successives? Et s'il n'y en a eu qu'une, comme le pensait de Maillet, faut-il dire, avec lui, que l'homme est issu d'un orang-outang, que, pendant un grand nombre de générations, les circonstances au-

mande aux poissons de la mer, aux oiseaux du ciel, aux bêtes, à toute la terre, et à tous les reptiles qui se meuvent sur la terre.

Dieu créa donc l'homme à son image; il le créa à l'image de Dieu, et il les créa mâle et femelle.

Dieu les bénit, et il leur dit : Croissez et multipliez-vous; remplissez la terre, et vous l'assujettissez : et dominez sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, et sur tous les animaux qui se meuvent sur la terre.

Dieu dit encore : Je vous ai donné toutes les herbes qui portent leur graine sur la terre, et tous les arbres qui renferment en eux-mêmes leur semence chacun selon son espèce, afin qu'ils vous servent de nourriture.

Et à tous les animaux de la terre, à tous les oiseaux du ciel, à tout ce qui se meut sur la terre, et qui est vivant et animé afin qu'ils aient de quoi se nourrir. Et cela se fit ainsi.

Dieu vit toutes les choses qu'il avait faites; et elles étaient très-bonnes; et du soir au matin se fit le sixième jour.

Dieu se reposa le septième jour.

pèce humaine a été la dernière création organique. En effet, sur cette terre où il domine, l'homme est comparativement un nouveau venu; car ses dépouilles ou les débris de sa première industrie ne gisent que dans des alluvions, c'est-à-dire dans les couches minérales les plus récentes du globe.

Époque actuelle où, d'après les lois du Créateur, la nature se trouve dans un état stationnaire et persistant.

En présence de l'accord chronologique qui existe entre la Genèse et les faits géologiques les plus authentiques, on ne peut s'empêcher de reconnaître à ce livre mystérieux quelque chose de profond et de surnaturel. L'esprit, s'il n'est convaincu, s'incline au moins devant ces quelques lignes écrites à une époque où l'on soupçonnait à peine les premiers éléments des sciences naturelles, et qui renferment pourtant l'exposé des principaux événements dont notre globe a successivement été le théâtre. On trouve dans la Genèse, disons-le hautement, quelque chose de si simple, de si touchant, de si supérieur au point de vue de la morale et de la philosophie, que le sceptique lui-même, étonné d'ailleurs du génie qu'il faudrait pour deviner des faits que les recherches scientifiques devaient démontrer tant de siècles plus tard, est forcé d'avouer qu'il y a, dans ce livre, la trace d'une inspiration secrète et surnaturelle; inspiration qu'il ne comprend pas, qu'il ne s'explique pas, mais qui le saisit, le presse et le domine.

raient mis dans la nécessité de marcher, et que ces quadrumanes, devenus bimanes avec le temps et forcés d'exercer leur intelligence pour subvenir à leurs nouveaux besoins, auraient pris peu à peu des formes humaines?

Les partisans de cette théorie s'appuient sur ce fait que la plupart des êtres, transportés en des contrées différentes de celles où leur race est habituée à vivre, éprouvent des modifications qui se reproduisent par la génération et qui deviennent permanentes si les mêmes circonstances continuent d'agir. Il est très-vrai que des influences diverses, surtout de température plus ou moins élevée, de nourriture plus ou moins abondante, exercent sur quelques espèces une action modificatrice. On ne saurait nier, non plus, que certains instincts, qui n'étaient qu'en germe chez l'animal sauvage, se développent quand il est réduit à l'état de domesticité ; que certaines plantes dégénèrent lorsqu'on les transporte en des contrées qui ne répondent pas à leurs besoins ; que les soins de l'homme ont fini par faire doubler des fleurs et par rendre des fruits plus beaux et plus succulents. Tous ces faits sont exacts ; mais qu'il y a loin de ces légères modifications à la perte des caractères essentiels des espèces, lesquels restent toujours permanents ! Le chien, qui est peut-être l'animal le plus susceptible de se modifier sous l'influence du changement de température et d'alimentation, conserve cependant à un tel point le caractère de l'espèce dans toutes ses variétés, que personne ne se méprend sur ses races extrêmes.

Toutes ces variations, que nous voyons actuellement s'accomplir sous nos yeux, ont donc leurs limites ; elles sont contenues dans leurs écarts par la force typique de l'espèce, qui est invariable. Le petit nombre de mulets qu'à force de soins on est parvenu à faire multiplier, n'ont produit, après la deuxième ou la troisième génération, que des individus languissants, morts sans postérité. Ainsi, dans l'état actuel de nos connaissances, la théorie de la mutabilité des espèces

n'est pas admissible ; elle est contraire aux enseignements de la paléontologie, qui n'a constaté avec évidence aucun de ces passages d'une espèce à une autre ; elle est en désaccord avec des faits avérés et connus ; car les trois ou quatre mille ans qui se sont écoulés depuis que les Égyptiens embaumaient les cadavres d'animaux n'ont pu influer en aucune manière sur les caractères organiques de ces mêmes espèces. Les crocodiles, les ibis, les ichneumons, qui vivaient en Égypte du temps des Pharaons, sont identiques en tous points à ceux qui errent aujourd'hui sur les bords du Nil. Des grains de blé, de seigle ou d'orge, trouvés dans les catacombes de Thèbes et examinés au microscope, ont été trouvés exactement semblables aux grains actuels de ces céréales. Or, si trente à quarante siècles n'ont apporté aucun changement dans les espèces, ne peut-on pas en conclure qu'elles sont immuables ? Il est vrai que, si considérable que soit ce laps de temps, il est fort peu de chose comparativement à celui que la géologie nous apprend avoir dû s'écouler d'une époque à l'autre ; mais toujours est-il, d'après Cuvier, qu'il suffit pour nous apprendre qu'il y a, dans la nature, une telle stabilité, que les espèces se maintiennent constamment avec leurs caractères distinctifs.

La théorie de la transformation n'étant appuyée par aucun fait évident, et l'hypothèse d'une seule création en masse, avec extinctions successives, étant insoutenable, puisque les fossiles d'une époque géologique quelconque diffèrent, en tous pays, des fossiles d'une époque plus ancienne, on est forcé, pour expliquer cette succession de nouvelles faunes et de nouvelles flores à mesure que le globe vieillissait, d'admettre, avec la plupart des géologues contemporains, l'hypothèse de créations et de destructions alternatives et successives, manifestations spontanées émanant d'une suprême puissance. En effet, bien que cette théorie ne rende pas exactement compte de tous les faits, et qu'il en coûte à l'esprit d'admettre que le Créateur ait, pour ainsi dire, brisé

Ces couches stratifiées affectent entre elles un certain ordre constant de superposition ; c'est-à-dire que celles qui sont supérieures sur un point ne deviennent jamais inférieures sur un autre. Chaque formation indépendante se distingue de celle qui la précède ou qui la suit par des caractères qui lui sont propres. Quant à l'âge relatif de chacune d'elles, il est suffisamment indiqué par l'ordre de superposition. En effet, le lit supérieur est toujours le plus récent, et celui qui sert de base est le plus ancien. Aussi, en supposant tous les terrains superposés en un même point et qu'il fût possible d'ouvrir sur ce point une tranchée qui mît tous les étages à découvert, depuis les dépôts les plus modernes jusqu'à la base du terrain primitif, on aurait la disposition que présente la coupe théorique ci-contre, où nous plaçons, en regard de chaque étage, la figure réduite des principaux fossiles caractéristiques qu'il contient. Disposés ainsi, ces fossiles suffisent pour donner une idée de la paléontologie, en même temps qu'ils représentent, d'une manière synoptique, l'ensemble de l'apparition successive des principaux êtres organisés.

Nous croyons devoir laisser subsister, dans une colonne spéciale de ce tableau les noms des cinq grandes divisions de l'ancienne école Wernerienne qui correspondent à la classification actuelle ; car, bien que cette nomenclature ait été maintes fois critiquée, et ne soit plus, aujourd'hui, l'expression de la science, elle continue à être employée dans le discours alors qu'il s'agit de généraliser. Ces cinq grandes divisions sont les terrains *primitifs*, de *transition*, *secondaires*, *tertiaires* et d'*alluvions*.

Dans le même tableau, nous avons intercalé, à leur ordre chronologique, les divers systèmes de montagnes, tels qu'ils ont été récemment indiqués par M. Élie de Beaumont dans son savant article, *Système de montagnes*, inséré dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*. Ces systèmes nous révèlent leur âge relatif par la nature des couches sédi-

CHAPITRE VII.

—

GÉOGNOSIE.

Généralités.

Description des terrains et des étages qui constituent la partie connue de l'écorce terrestre.

La *Géognosie* est cette partie de la géologie qui constate les faits et leurs résultats, abstraction faite de leurs causes. Son objet spécial est la connaissance des matériaux qui constituent l'écorce terrestre. Elle considère ces matériaux sous le rapport de la forme, de la position, de la composition et des caractères minéralogiques et paléontologiques.

Les espèces minérales bien déterminées qui entrent dans la composition de cette écorce s'élèvent à environ quatre cents; mais la plupart n'y figurent, pour ainsi dire, que comme parties accidentelles; elles sont disséminées dans les roches en petite quantité, ou bien elles tapissent les parois des fentes, des filons, des géodes, etc.; en sorte qu'en réalité vingt-cinq à trente espèces au plus jouent, par leur abondance, un rôle important, comme matériaux essentiels de la constitution minérale du globe. Ce sont ces minéraux qui, parfois seuls et le plus souvent associés, constituent les *roches;* les roches forment des *assises*, des *étages*; un ou plusieurs étages représentent une *formation*, un *terrain*: et la réunion totale des terrains par ordre chronologique constitue l'*échelle géognostique*.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur l'acception de

ces mots et d'une foule d'autres qu'on trouvera définis dans le petit Dictionnaire scientifique qui fait suite à cet ouvrage. Nous dirons seulement, avec M. Constant Prévost, que, si l'on voulait donner une idée de la valeur relative attachée à ces expressions : *roches*, *étages*, *formations*, *terrains*, si fréquemment employées et quelquefois confondues dans le langage géologique, on pourrait, jusqu'à un certain point, le faire en prenant pour exemple un livre imprimé. Dans cet exemple, les *minéraux* seraient représentés par les lettres alphabétiques qui varient selon les mots employés ; les *roches* auraient pour analogues les syllabes composées d'une ou de plusieurs lettres ; les *étages* seraient comparables aux mots, les *formations* aux phrases ; enfin les *terrains* correspondraient aux différents chapitres, et toute la série géognostique au livre entier ; et de même qu'une série de lettres, de syllabes, de mots, etc., finit par nous initier aux pensées de l'auteur et au but de l'ouvrage, de même aussi l'étude successive des minéraux, des roches, des étages, des formations et des terrains, peut nous conduire, en définitive, à connaître et à apprécier l'ensemble des causes qui, dans tous les temps, ont marqué leur action à la surface de notre planète.

Nous avons vu que l'écorce terrestre est composée de différentes sortes de masses minérales, et que le moyen le plus rationnel de les distinguer était d'avoir égard à leur origine ; mais, bien qu'il n'existe que deux sortes de produits, les uns ignés et les autres sédimentaires, nous admettons, pour plus de précision, une troisième classe de roches à la fois cristallisées et stratifiées, résultant de la solidification de la première pellicule terrestre. C'est ce sol originaire qui a servi de base et fourni les matériaux aux premiers dépôts sédimentaires.

Ainsi nous divisons les matières minérales qui composent l'écorce terrestre en trois grandes classes ou séries distinctes.

La première se compose du *Terrain primitif* ou *Terrain de cristallisation stratiforme*, formé par refroidissement autour de la masse terrestre, fluide et incandescente.

La seconde embrasse tous les *Terrains sédimentaires*, résultant, soit d'une précipitation mécanique ou chimique, soit d'un transport, et dont les fragments souvent roulés, triturés, et les débris organiques qu'ils contiennent, dénotent évidemment l'action des eaux.

La troisième enfin comprend les *Terrains d'épanchement* et *d'éruption*, produits de cristallisation comme ceux de la première classe, puisque leur origine ignée est commune, mais qui se présentent, le plus souvent, sans stratification apparente. Ils se sont formés à toutes les époques géologiques, soit par injections de la matière chaotique, soit par éruptions volcaniques; et constituent des amas transversaux ou des accumulations stratiformes, au milieu des terrains des diverses périodes.

Quoique ces caractères généraux soient tranchés et absolus, il existe des masses minérales qui, au premier abord, paraissent s'y soustraire; car, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, les deux grandes causes productrices des roches, le feu et l'eau, ayant agi simultanément aux époques anciennes, ont donné naissance à des effets composés qu'il est quelquefois difficile de bien apprécier. D'ailleurs, les combinaisons possibles des minéraux entre eux sont en si grand nombre, et il en résulte des aspects si variés, qu'on peut, dans certains cas, rencontrer des roches d'une origine mixte et douteuse, sous le rapport de leur véritable mode de formation.

Pour mieux faire connaître les caractères généraux et la position géologique des masses minérales qui constituent l'écorce terrestre, nous ne nous occuperons d'abord que des deux premières classes de terrains dont nous venons de parler, et dont la série stratiforme est très-régulière lorsqu'on fait abstraction des produits d'épanchement et d'éruption qui s'y sont introduits.

Ces couches stratifiées affectent entre elles un certain ordre constant de superposition ; c'est-à-dire que celles qui sont supérieures sur un point ne deviennent jamais inférieures sur un autre. Chaque formation indépendante se distingue de celle qui la précède ou qui la suit par des caractères qui lui sont propres. Quant à l'âge relatif de chacune d'elles, il est suffisamment indiqué par l'ordre de superposition. En effet, le lit supérieur est toujours le plus récent, et celui qui sert de base est le plus ancien. Aussi, en supposant tous les terrains superposés en un même point et qu'il fût possible d'ouvrir sur ce point une tranchée qui mît tous les étages à découvert, depuis les dépôts les plus modernes jusqu'à la base du terrain primitif, on aurait la disposition que présente la coupe théorique ci-contre, où nous plaçons, en regard de chaque étage, la figure réduite des principaux fossiles caractéristiques qu'il contient. Disposés ainsi, ces fossiles suffisent pour donner une idée de la paléontologie, en même temps qu'ils représentent, d'une manière synoptique, l'ensemble de l'apparition successive des principaux êtres organisés.

Nous croyons devoir laisser subsister, dans une colonne spéciale de ce tableau les noms des cinq grandes divisions de l'ancienne école Wernerienne qui correspondent à la classification actuelle ; car, bien que cette nomenclature ait été maintes fois critiquée, et ne soit plus, aujourd'hui, l'expression de la science, elle continue à être employée dans le discours alors qu'il s'agit de généraliser. Ces cinq grandes divisions sont les terrains *primitifs*, de *transition*, *secondaires*, *tertiaires* et d'*alluvions*.

Dans le même tableau, nous avons intercalé, à leur ordre chronologique, les divers systèmes de montagnes, tels qu'ils ont été récemment indiqués par M. Élie de Beaumont dans son savant article, *Système de montagnes*, inséré dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*. Ces systèmes se révèlent leur âge relatif par la nature des couches sédi-

mentaires qu'ils ont soulevées. Ainsi, par exemple, le système du Rhin (le 10e) est postérieur à la formation du *grès Vosgien* qu'il a soulevé et antérieur à la formation des grès bigarrés, puisque ceux-ci se sont déposés horizontalement sur le grès Vosgien redressé; ainsi, le système des Pyrénées (le 14e) est postérieur à l'étage crayeux et antérieur à celui de l'étage parisien.

Hâtons-nous d'ajouter qu'une semblable coupe, où tous les terrains stratifiés se trouvent réunis par ordre d'ancienneté, est purement théorique. L'enveloppe minérale ne se divise pas en tranches dont le nombre soit égal sur tous les points ; elle se compose plutôt de lambeaux de formes irrégulières et de nature différente, placés d'une manière variable à côté ou au-dessus les uns des autres. Quelquefois les terrains modernes sont posés, sans intermédiaire, sur des terrains plus ou moins anciens; d'autres fois, les plus anciens dépôts, n'ayant jamais été recouverts sur quelques-unes de leurs parties, ou ayant été dénudés après coup, peuvent, aussi bien que les dépôts les plus modernes, se montrer à la surface du sol. Pour se rendre compte de ces circonstances, il convient de se rappeler que les terrains sédimentaires n'ont pu, dans tous les temps, se former qu'au fond des eaux. Or, nous savons qu'à toutes les époques il y a eu des soulèvements qui ont mis successivement des surfaces plus ou moins considérables au-dessus du niveau des mers, et il est évident que ces contrées émergées, non-seulement ne pouvaient dans ces conditions recevoir aucun sédiment, mais qu'elles subissaient, au contraire, les effets incessants de l'action érosive.

Les terrains stratifiés ne forment donc pas des couches concentriques comme les diverses pellicules d'un oignon : un ou la plupart d'entre eux, peuvent manquer dans telle ou telle contrée, comme à telle ou telle hauteur de la série géognostique. C'est, en effet, ce que l'observation nous apprend : et, pour n'en citer qu'un exemple, nous dirons que

tout récemment le forage d'un puits artésien, à Calais, ayant atteint une profondeur de 346 mètres, on a reconnu, par les divers échantillons résultant du sondage, qu'à 320 mètres on avait traversé la base du terrain crétacé, et que les derniers fragments ramenés à la surface appartenaient à la partie supérieure du terrain carbonifère; ainsi, les terrains jurassique, de trias et permien manquent complétement dans cette contrée; cela provient de ce que, lors de leur formation sur d'autres points, la partie supérieure du terrain carbonifère, au-dessous de Calais, n'était pas alors recouverte par les eaux.

On comprendra, maintenant, pourquoi les escarpements nous présentent souvent des lacunes pareilles. D'un autre côté, ces mêmes escarpements ne nous montrent jamais qu'une portion de la série prise à telle ou telle hauteur de l'échelle géognostique. La série tout entière ne se voit jamais, et c'est seulement en combinant les observations recueillies en diverses contrées par les géologues, qu'on a pu l'établir telle que nous l'avons figurée.

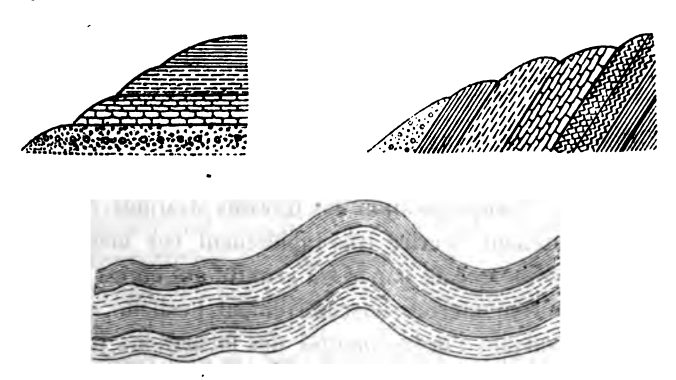
Par tout ce qui précède, et connaissant, d'ailleurs, les bouleversements qu'a subis, en tout temps, l'écorce minérale, on conçoit qu'il n'est pas toujours facile de se reconnaître dans ce dédale de couches, et qu'en présence d'un escarpement on puisse hésiter avant de se prononcer sur le point de la série auquel il doit être rapporté. Il existe d'autres causes d'erreur : ainsi les couches sédimentaires appartenant à des terrains d'âges différents se ressemblent quelquefois à tel point qu'on peut les confondre ; d'autres fois, il arrive, au contraire, que le même dépôt offre, sur deux points éloignés, une différence très-sensible de texture et de composition. Les roches pyrogènes souvent injectées, enclavées dans ces masses, viennent y jeter encore une nouvelle confusion. Enfin, comme nous l'avons déjà dit, un ou plusieurs systèmes de couches manquent fréquemment dans certaines localités, de sorte que les dépôts qu'ils auraient

naturellement séparés par leur présence, se trouvant immédiatement en contact, laissent l'observateur indécis sur les véritables points de la série auxquels ils appartiennent.

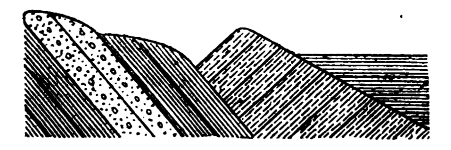
Pour n'être pas induit en erreur par ces apparences trompeuses, on a recours aux observations de continuité des couches, qui permettent parfois de les suivre à d'assez grandes distances, et de reconnaître, en quelques endroits, les couches qui leur sont immédiatement inférieures ou supérieures. Les observations de stratification et d'inclinaison suffisent souvent pour autoriser à conclure que tel dépôt se dirige au-dessus ou au-dessous de tel autre qu'on trouve à distance. Des fragments de roches provenant d'une couche connue et se trouvant dans une autre couche servent quelquefois à indiquer la postériorité des dépôts qui les contiennent. Enfin, le meilleur moyen, adopté aujourd'hui par la plupart des géologues, pour se reconnaître au milieu du dédale, quelquefois inextricable, des diverses formations, est de s'assurer de la nature des fossiles qu'elles recèlent, et d'en rapporter, par analogie, les dépôts aux dépôts connus qui en contiennent d'identiques; car maintenant les caractères paléontologiques fournissent, peut-être, la seule base certaine pour la détermination des terrains sédimentaires.

Une autre source d'erreur, que le lecteur a probablement pressentie, provient des inclinaisons et des directions diverses qu'affectent souvent les couches entre elles, par suite des soulèvements et des affaissements qu'elles ont éprouvés, et qui leur ont fait perdre leur caractère général d'horizontalité; aussi voit-on les couches sédimentaires présenter dans leur position de grandes variations. Tantôt elles sont horizontales ou dans leur position normale; tantôt elles sont plus ou moins inclinées et même verticales; le plus souvent planes, quelquefois contournées ou repliées en zigzag. De là deux sortes de stratifications bien distinctes : l'une dite *concordante*. lorsque deux ou plusieurs systèmes

de couches sont posés l'un sur l'autre en conservant leur parallélisme, quelle que soit d'ailleurs leur position horizontale ou inclinée, convexe ou concave, comme dans les figures suivantes :



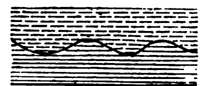
L'autre nommée *discordante* ou *transgressive*, lorsque les strates d'un dépôt sont inclinées d'une certaine manière, tandis que celles du dépôt antérieur ou postérieur, le sont d'une manière différente; en d'autres termes, lorsqu'il n'y a pas parallélisme, comme dans la figure suivante :



La stratification discordante dans les couches qui se succèdent est souvent le moyen le plus certain de reconnaître la fin d'un étage et le commencement d'un autre.

Il peut exister toutefois un cas particulier de discordance qui n'est, en réalité, qu'apparente : c'est lorsque la partie supérieure d'un dépôt ayant été sillonnée, dénudée sur quelques points par les eaux, a été ensuite recouverte par un autre dépôt. Cette sorte de stratification discordante, repré-

sentée par la figure suivante, se voit assez souvent dans le bassin parisien, au contact de la craie et du terrain supercrétacé :



Bien que généraux, les principes que nous venons d'exposer étaient nécessaires pour éclairer le lecteur sur la disposition et la superposition des terrains stratifiés. Nous allons maintenant décrire très-rapidement ces mêmes terrains, en commençant par le sol primitif qui en est la base; puis nous remonterons successivement l'échelle géognostique en suivant l'ordre naturel des formations jusqu'aux couches les plus récentes; enfin, nous terminerons par les divers dépôts d'origine ignée intercalés dans toutes les formations primitives et sédimentaires, et qu'à raison de leur position irrégulière ou hors de série, nous avons cru devoir réunir en un groupe distinct.

Dans la description qui va suivre, nous passerons succinctement en revue les principales masses minérales qui entrent dans les divers étages, sans nous occuper des caractères et de l'application des matières utiles qui s'y trouvent, sujet spécialement réservé à la seconde partie de cet ouvrage.

Cette description, en raison de la nature des matériaux divers qu'elle comprend, se divisera en trois sections, dont la première comprendra la description du *Terrain primitif* ou *Terrain de cristallisation stratiforme*; la seconde, celle des *Terrains sédimentaires*; et la troisième, celle des *Terrains d'épanchement* et *d'éruption*.

SECTION Ire.

TERRAIN PRIMITIF

OU TERRAIN DE CRISTALLISATION STRATIFORME.

Synonymie : *Terrains stratifiés non fossilifères; Terrain primaire; Terrain originaire; Terrain de la période primitive de* M. Cordier.

Le terrain primitif constitue la masse essentielle de la partie connue de l'écorce consolidée, et forme la base de tous les terrains sédimentaires. Il se montre, dans un grand nombre de contrées; et, comme il présente des caractères généraux constants partout où l'on a pu l'observer, il est présumable qu'il doit son origine à une seule cause, qui s'est manifestée à la fois sur tous les points du globe. En effet, il ne saurait en être autrement, puisque le terrain primitif est la première pellicule solidifiée par refroidissement, pellicule qui s'est constamment augmentée intérieurement, et qui augmente encore de puissance par l'addition de nouvelles couches qui se solidifient au fur et à mesure de la déperdition du calorique; aussi cette enveloppe de roches cristallisées est-elle aujourd'hui assez forte pour s'opposer, jusqu'à un certain point, à l'expansion de la masse incandescente centrale. En y comprenant toutes les couches inférieures inaccessibles à nos investigations, M. Cordier assigne à l'écorce consolidée une puissance moyenne d'environ 20 lieues (lieues de 4,000 mètres), puissance dont les terrains sédimentaires ne formeraient guère que la vingtième partie.

Le terrain primitif, proprement dit, diffère des terrains sédimentaires en ce qu'il est toujours composé de roches à éléments cristallins agrégés, formés sur place, et ne présentant jamais la moindre trace de ciment. Le terrain primitif ne contient ni sable, ni cailloux roulés, ni aucun débris de corps organisés. C'est particulièrement cette der-

nière circonstance qui lui a valu son nom, parce qu'il est antérieur à toute création organique.

La stratification confuse que présentent souvent les roches de ce terrain semble résulter du mode de refroidissement de la matière incandescente sous l'influence de circonstances diverses. Voici, en peu de mots, comment un habile géologue explique cette particularité des roches primordiales, dans un ouvrage récemment publié à Londres :

« La stratification parfaite des couches déposées par les eaux, dit M. Jobert, est due à l'extrême mobilité de ce liquide, qui permet aux particules minérales en suspension de se précipiter avec régularité au fond d'un bassin, en se séparant de la masse qui les contient, pour former une bande isolée à la partie inférieure. Mais il est évident que, même dans un liquide dont la mobilité est moins grande que celle de l'eau, tel que dans la substance d'une roche granitique en fusion, s'il se trouve des parties qui, en vertu d'une affinité mutuelle plus considérable, commencent à cristalliser avant les autres parties, et si la pesanteur spécifique des cristaux naissants n'est pas exactement la même que celle du reste de la matière en fusion, il y aura une tendance de la masse à s'arranger sur des plans horizontaux et à prendre des apparences plus ou moins analogues à celles des couches stratifiées sous les eaux. Ainsi peut s'expliquer la stratification du micaschiste et du gneiss. » Au reste, ajoute ailleurs le même géologue, il n'est point rare de voir quelques roches d'épanchement offrir des indices d'une disposition en couches, due, selon toute apparence, à un refroidissement très-lent.

Jointes aux caractères généraux et constants que présentent les roches du terrain primitif, ces considérations nous autorisent à conclure que la cristallisation de ces mêmes roches ne résulte pas, comme le pensent divers géologues, de l'action de la chaleur centrale sur des couches d'origine aqueuse déjà formées. En généralisant beaucoup trop cer-

tains phénomènes métamorphiques, on a en effet supposé qu'après avoir été déposé par les eaux, sous forme de sable, d'argile, etc., le terrain que nous décrivons a été fortement chauffé ; qu'il en est résulté un changement complet dans la texture et dans le caractère des éléments de ces prétendus dépôts aqueux ; que même ces éléments ont pu fondre, changer en partie de composition, perdre leurs fossiles, et enfin cristalliser sous l'influence d'une forte pression.

Cette théorie, établie par Hutton, n'expliquant pas suffisamment l'origine de ces prétendus terrains sédimentaires qu'il faudrait toujours faire résulter de la décomposition et de la trituration des roches préexistantes, il nous paraît plus rationnel de reconnaître, avec M. Cordier et avec beaucoup d'autres savants, la formation primitive par voie de refroidissement d'une croûte solide ayant servi de base et de matériaux aux premiers dépôts sédimentaires. Sauf les points où elle a été déchirée, morcelée, ou dénudée, cette croûte, qui s'est successivement augmentée, entoure le globe ; c'est la charpente, l'enveloppe qui enceint de toutes parts la masse incandescente, enveloppe aujourd'hui assez puissante pour neutraliser à l'extérieur la presque totalité des effets calorifiques du foyer central.

La solidification du terrain primitif s'est opérée successivement, *de haut en bas*, à l'inverse de ce qui est arrivé pour les terrains sédimentaires ; et comme, dans la masse en fusion, la matière n'était pas homogène, comme cette matière contenait le principe de diverses substances d'inégales densités, possédant probablement des affinités variées, il en est résulté, à l'état solide, des produits différents d'aspect et de composition. Le talc paraît avoir dominé dans les premiers temps du refroidissement, et avoir été ensuite remplacé par le mica, auquel aurait succédé le feldspath. Par suite de cette différence de composition des premières couches solidifiées, on peut diviser le terrain primitif en trois étages, qui se présentent toujours en stratification concordante, et

La première se compose du *Terrain primitif* ou *Te de cristallisation straliforme*, formé par refroidissemen tour de la masse terrestre, fluide et incandescente.

La seconde embrasse tous les *Terrains sédimentaires* sultant, soit d'une précipitation mécanique ou chimi soit d'un transport, et dont les fragments souvent ro triturés, et les débris organiques qu'ils contiennent, d tent évidemment l'action des eaux.

La troisième enfin comprend les *Terrains d'épanchem* et *d'éruption*, produits de cristallisation comme ceux d première classe, puisque leur origine ignée est comm mais qui se présentent, le plus souvent, sans stratifica apparente. Ils se sont formés à toutes les époques gé giques, soit par injections de la matière chaotique, soit éruptions volcaniques ; et constituent des amas transvers ou des accumulations stratiformes, au milieu des terr des diverses périodes.

Quoique ces caractères généraux soient tranchés et a lus, il existe des masses minérales qui, au premier ab paraissent s'y soustraire ; car, ainsi que nous l'avons fait observer, les deux grandes causes productrices des ches, le feu et l'eau, ayant agi simultanément aux époq anciennes, ont donné naissance à des effets composés q est quelquefois difficile de bien apprécier. D'ailleurs, combinaisons possibles des minéraux entre eux sont e grand nombre, et il en résulte des aspects si variés, qu peut, dans certains cas, rencontrer des roches d'une orig mixte et douteuse, sous le rapport de leur véritable m de formation.

Pour mieux faire connaître les caractères généraux e position géologique des masses minérales qui constitu l'écorce terrestre, nous ne nous occuperons d'abord des deux premières classes de terrains dont nous ven de parler, et dont la série stratiforme est très-réguli lorsqu'on fait abstraction des produits d'épanchement d'éruption qui s'y sont introduits.

Ces couches stratifiées affectent entre elles un certain ordre constant de superposition ; c'est-à-dire que celles qui sont supérieures sur un point ne deviennent jamais inférieures sur un autre. Chaque formation indépendante se distingue de celle qui la précède ou qui la suit par des caractères qui lui sont propres. Quant à l'âge relatif de chacune d'elles, il est suffisamment indiqué par l'ordre de superposition. En effet, le lit supérieur est toujours le plus récent, et celui qui sert de base est le plus ancien. Aussi, en supposant tous les terrains superposés en un même point et qu'il fût possible d'ouvrir sur ce point une tranchée qui mît tous les étages à découvert, depuis les dépôts les plus modernes jusqu'à la base du terrain primitif, on aurait la disposition que présente la coupe théorique ci-contre, où nous plaçons, en regard de chaque étage, la figure réduite des principaux fossiles caractéristiques qu'il contient. Disposés ainsi, ces fossiles suffisent pour donner une idée de la paléontologie, en même temps qu'ils représentent, d'une manière synoptique, l'ensemble de l'apparition successive des principaux êtres organisés.

Nous croyons devoir laisser subsister, dans une colonne spéciale de ce tableau les noms des cinq grandes divisions de l'ancienne école Wernerienne qui correspondent à la classification actuelle ; car, bien que cette nomenclature ait été maintes fois critiquée, et ne soit plus, aujourd'hui, l'expression de la science, elle continue à être employée dans le discours alors qu'il s'agit de généraliser. Ces cinq grandes divisions sont les terrains *primitifs*, de *transition*, *secondaires*, *tertiaires* et d'*alluvions*.

Dans le même tableau, nous avons intercalé, à leur ordre chronologique, les divers systèmes de montagnes, tels qu'ils ont été récemment indiqués par M. Élie de Beaumont dans son savant article, *Système de montagnes*, inséré dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*. Ces systèmes nous révèlent leur âge relatif par la nature des couches sédi-

qui sont, en allant de la surface au centre, suivant l'ordre de formation, 1° les *Talcschistes*, premier produit du refroidissement; 2° les *Micaschistes*, qui passent au gneiss dans leur partie inférieure; 3° les *Gneiss*, qui, par une plus grande abondance de quartz, doivent, sans doute, présenter la composition du granite dans les régions inférieures, tout en conservant la texture stratiforme inhérente à leur mode de formation. Au-dessous des gneiss se trouvent naturellement les dépôts inaccessibles que le refroidissement planétaire a graduellement formés; puis la zone souterraine des agents volcaniques actuels; enfin la masse incandescente et liquide contenant, très-probablement, le principe des phénomènes magnétiques.

On comprend qu'il n'est pas possible au géologue de faire la description complète de cette enveloppe stratiforme et cristallisée, dont la plus grande partie est et sera toujours soustraite à ses investigations. Le seul moyen d'appréciation qui soit en son pouvoir à cet égard consiste à préjuger, par le témoignage des roches pyrogènes sorties au travers des terrains primitifs et sédimentaires, de quelle nature pouvaient être en même temps, dans l'intérieur du globe, les masses en voie de solidification; car les laves projetées du foyer central, à toutes les époques, peuvent être considérées comme les représentants minéralogiques des nouvelles couches qui, en se refroidissant, s'ajoutaient intérieurement à l'enveloppe solide. Or, l'apparition des roches d'épanchement et d'éruption correspondant à des époques distinctes de la série stratiforme, cette circonstance a permis de constater l'âge relatif de ces roches, qui est, pour les *principales* d'entre elles dans l'ordre chronologique suivant : *granite, porphyre, trachyte* et *basalte*. On peut donc présumer que l'émission de l'une ou l'autre de ces roches à la surface marque hypothétiquement l'époque de sa solidification interne. D'après ce qui vient d'être dit, on comprendra que, si, arrivé à la base du gneiss, on perçait toutes les couches solides qui se trouvent

verrait probablement le gneiss passer au gra-
rendre peu à peu les caractères du porphyre,
ɜrait le trachyte, puis le basalte. Il convient de
n'est là qu'une pure hypothèse, et que, d'ail-
ɔnstances diverses de refroidissement et de
nt singulièrement sur la texture et même sur
ɜ roche ignée.

rations générales posées, abordons la descrip-
re de chaque étage du terrain primitif, non
ge de formation des trois étages mentionnés,
lrait les suivre de haut en bas, mais en com-
ıtage des gneiss et en montant suivant l'ordre
n. Cette marche naturelle aura pour nous l'a-
ɔint causer d'interversion lorsque nous arrive-
ɔtion des terrains sédimentaires. Elle pourra,
ile aux personnes qui étudient les belles col-
iques du Muséum d'histoire naturelle de Pa-
M. Cordièr; car, à l'exception des produits
et d'éruption que, pour plus de clarté, nous
lécrire à part dans cet ouvrage, cette marche
conforme à celle que suit ce savant profes-

ıneiss. — Essentiellement composé de feld-
a, avec quartz comme élément accessoire,
roche dominante de cet immense étage. Il
irement une stratification très-tourmentée,
offre un très-grand nombre de ruptures, de
ırnements. Le délit assez prononcé de cette
ɜ que les lames de mica y sont disposées
ns et dans une direction parallèle à la stra-

ɜre du granite en ce qu'il contient beaucoup
moins de quartz, et que le délit en est gé-
inct. Il se lie et passe fréquemment aux

roches qui lui sont subordonnées. Les masses minérales subordonnées au gneiss offrent quelquefois une assez grande puissance, comme celles de leptynite, de pegmatite stratiforme, d'amphibolite, de diorite, et de calcaire cristallifère, ainsi nommé à raison des nombreuses substances minérales que souvent il contient (*corindon*, *spinelle*, *phosphate de chaux*, *amphibole*, *grenat*, etc.). C'est le gisement originaire de diverses pierres fines qu'on trouve dans les alluvions provenant de la désagrégation de ces roches.

Indépendamment de ces grands dépôts intercalaires, l'étage des gneiss renferme des couches ou amas subordonnés, peu étendus, de coccolite, de grenat en masse, de fer oligiste, de fer oxydulé, enfin, très-accidentellement, de graphite.

L'étage du gneiss constitue, dans presque toutes les régions du globe, des montagnes et des dépôts immenses. On le rencontre abondamment, surtout au nord de l'Europe; il existe en France (Limousin, Auvergne, Bretagne, Vendée, etc.), en Écosse, en Irlande, dans les Alpes; il est très-développé en Asie, dans l'Himalaya; on le retrouve en Amérique, en Afrique; et l'on peut dire en général qu'il n'est pas d'étendue un peu considérable où quelque accident ne l'ait mis au jour. La puissance en est très-grande; elle peut aller jusqu'à former le quart ou la cinquième partie de l'écorce consolidée.

L'étage des gneiss est stérile et ingrat pour l'agriculteur. mais en revanche c'est un des plus riches pour le mineur. On y trouve un très-grand nombre de filons métallifères; il contient de l'or, comme à la Gardette en Dauphiné; de l'argent en Saxe, de l'oxyde d'étain dans diverses localités, du cuivre à Fahlun en Suède, et de riches gisements de fer; enfin le grenat, le corindon, le rubis spinelle et plusieurs autres gemmes précieux s'y rencontrent fréquemment, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Étage des Micaschistes. — Synonymie : *Schistes micacés; Micacites* de M. Cordier. — Le micaschiste, qui forme l'élément principal de cet étage, recouvre le gneiss, auquel il passe. C'est une roche essentiellement composée de quartz et de mica. Sauf la différence de composition, le micaschiste et le gneiss offrent quelquefois entre eux tant d'analogie, qu'on pourrait, à la rigueur, les considérer comme des modifications d'une seule et même roche; toutefois le micaschiste présente une structure plus feuilletée, une apparence plus ondulée. Il se montre sur plusieurs points de la France, notamment en Bretagne et en Auvergne, où il est fréquemment traversé par des filons de quartz blanc laiteux.

L'étage des micaschites est formé de grandes masses qui occupent des étendues considérables. Sa puissance atteint quelquefois jusqu'à 2,000 mètres. Les principales roches subordonnées au micaschiste sont le quartzite et le calcaire, qui y forment des couches assez puissantes. Le calcaire, associé à l'idocrase, au grenat compacte, au feldspath, à la pyrite, au mica, etc., constitue une partie des montagnes des Cévennes et du pic du Midi, dans les Pyrénées, si remarquable par les contournements qu'il présente. Cet étage contient en outre de la mâcline, de la diorite, de la dolomie (Saint-Gothard), ainsi que diverses autres substances en petites couches ou amas, telles que fer oxydulé, quelquefois zincifère, gypse, amphibole, etc.; enfin, il renferme un grand nombre de filons, les uns stériles, comme ceux de quartz, de chaux fluatée, etc.; les autres exploités pour les substances métallifères qu'ils contiennent (galène argentifère, cuivre, étain, etc.).

Étage des Talcschistes. — Synonymie : *Schistes talqueux; Stéaschistes; Talcites* de M. Cordier. — Cet étage, qui domine le précédent, se divise en deux sous-étages, l'un inférieur, comprenant les *Talcites cristallifères* de M. Cordier,

l'autre supérieur, comprenant les *Talcites phylladiformes* du même géologue.

Les *Talcschistes cristallifères*, essentiellement cristallins, ont pour élément principal des talcs de couleurs variées, tantôt purs, tantôt plus ou moins quartzeux, feldspathiques ou chloriteux.

Les matières qui y sont subordonnées appartiennent d'abord à la protogine, qui forme quelquefois des pics et des montagnes très-élevés, telles que la chaîne du Mont-Blanc; puis viennent les roches suivantes : pétrosilex, serpentine, euphotide, variolite, sélagite, calcaire souvent talcifère (cipolin), gypse, etc. On y trouve, en outre, et l'on y exploite diverses espèces de minerais de fer qui y constituent des amas subordonnés.

Les Talcschistes cristallifères attestent, par les nombreuses substances minérales parfaitement cristallisées qu'ils renferment, et surtout par le volume prodigieux qu'ont atteint certains cristaux, notamment ceux de grenat, qu'une longue période de tranquillité et une excessive lenteur de refroidissement ont présidé à leur formation. La matière talqueuse, pendant toute cette période, a dû rester comme à l'état pâteux, conservant une perméabilité suffisante pour que la cristallisation exerçât, même au loin et pendant longtemps, l'effet d'attraction moléculaire nécessaire à la formation des énormes cristaux qu'on y trouve, comme ceux de pyrites, fer oxydulé, asbeste, amphibole, diallage, grenat, etc.

Le sous-étage des *Talcschistes phylladiformes*, que quelques géologues réunissent au Terrain cumbrien, est formé de couches non fossilifères, composées principalement de talcschiste phylladiforme, quelquefois glandulaire. Les roches subordonnées qu'on y rencontre sont du porphyre protoginique, du quartzite, du pétrosilex, du gneiss leptinoïde, du calcaire talcifère, du fer oligiste, etc.

Les deux sous-étages des talcschistes sont riches en métaux précieux. Cependant, les filons qu'ils renferment sont

ınts que dans le gneiss et le micaschiste. On : la plupart de ces filons sont de nature plom- ntifère. L'or et le platine existent aussi dans s ; car les dépôts de cette nature qu'on trouve que méridionale proviennent, selon toute ap- a destruction des quartzites aurifères et plati- lonnés aux talcschistes et aux micaschistes. terrain primitif. La nature organique n'avait it son apparition. La température, trop éle- it sans doute au développement des êtres or- i, les divers étages qui composent ce sol ori- s entièrement dépourvus de traces fossilifères, e dans les premiers terrains sédimentaires qui ıe nous rencontrerons la tombe où sont ense-)uilles confuses de la plus ancienne organisa-

---

SECTION II.

ΓERRAINS SÉDIMENTAIRES.

'rains neptuniens; Terrains de sédiment; Sol secondaire de M. Cordier.

du terrain primitif que nous venons de dé- bablement solidifiée, lorsqu'en se précipi- ıce du globe les premières eaux fournirent dépôts sédimentaires; toutefois, le refroidis- peut-être pas encore bien complet, puisqu'on is les roches du terrain primitif (talcshistes) se lier avec les schistes sédimentaires qui 'posés, et que leur passage à ces schistes se ıances si insensibles qu'il est souvent difficile er. Quoi qu'il en soit, tout fait présumer que épôts sédimentaires ont dû se former dans ıain thermal, sous l'influence d'une énorme

pression, et que ces circonstances réunies suffisaient pour donner un caractère minéralogique mixte et anormal aux sédiments arrachés par les eaux au sol originaire.

Considérés en masse, les terrains sédimentaires forment une enveloppe très-hétérogène. Ils s'étendent sur d'immenses surfaces et couvrent la plus grande partie de nos continents. Leur puissance moyenne totale, en supposant toutes les couches réunies et superposées en un même point, n'excéderait pas un myriamètre (2 lieues 1/2); mais, comme il n'en est point ainsi, il est rare que cette puissance atteigne une lieue, et même 2 à 3,000 mètres seulement.

Formés les uns après les autres, les terrains sédimentaires sont nécessairement de divers âges, et contiennent presque toujours des débris de corps organisés. Ils sont essentiellement stratifiés et d'autant plus disloqués qu'ils appartiennent à des périodes plus anciennes. D'après leur position et leur composition, on les a divisés en formations distinctes, qui, à leur tour, se sous-divisent en étages et assises diverses dont les caractères généraux sont plus ou moins tranchés. En général, ces dépôts sont composés de matières arénacées, argileuses, marneuses ou calcaires, formées aux dépens du terrain primitif, par suite de la désagrégation et de la décomposition d'une partie de ses éléments constituants. Quelquefois ces couches se partagent horizontalement, et dans des localités différentes, en divers types qui sont des équivalents synchroniques.

Chaque terrain sédimentaire peut être considéré comme une véritable époque géognostique, durant laquelle les forces de la nature, agissant sous l'influence de circonstances déterminées, produisaient des effets particuliers. Chaque terrain sédimentaire peut être également considéré comme une époque organique; car il contient les débris fossiles d'une faune et d'une flore spéciales qui existaient lors de sa formation, fossiles plus ou moins anciens que le

géologue et le mineur arrachent tous les jours à leur gisement ténébreux.

Non-seulement ces êtres organisés fournissent, comme nous l'avons vu, des données précieuses sur les événements accomplis; mais ils sont d'un très-grand secours pour la détermination des terrains qui les contiennent ; aussi indiquerons-nous, à la fin de la description qui va suivre de chacun des étages, les principaux fossiles qu'il recèle. On trouvera dans la coupe théorique la figure de ceux qu'il importe le plus de connaître, et qu'on pourra facilement consulter au besoin, puisque chacun d'eux y est placé, avec son nom, en regard de l'étage qui lui correspond. Ces caractères organiques, réunis aux caractères de gisement de composition et de texture, nous permettront de distinguer, avec plus de précision, les différentes formations.

TERRAIN CUMBRIEN.

Synonymie : *Terrain schisteux ; Terrain de transition inférieur ; Groupe fossilifère inférieur ; Terrain talqueux ; Système cambrien ; Terrain silurien inférieur* de quelques géologues ; *Étage phylladique* de M. Cordier.

La dénomination de *Terrain cumbrien* est toute récente. C'est M. Élie de Beaumont qui l'a appliquée aux plus anciens dépôts de sédiments que M. Murchison a signalés dans le Cumberland.

Les roches qui constituent ce terrain, dont la puissance n'est pas parfaitement connue, sont principalement représentées par des phyllades ou schistes argileux ardoisiers, alternant avec des grauwackes phylladifères, des grès divers, des anagénites, des lydiennes, et quelquefois avec de petits amas ou couches d'euritine, de quartzite, de phtanite, de calcaires, etc., dont l'étude est encore bien incomplète. Mais ces dépôts ayant été suivis d'un soulèvement que M. Élie de Beaumont appelle *Système de Longmynd*, et le terrain silurien (*Lower silurian*) les recouvrant en stra-

tification discordante, on ne doit pas hésiter à y reconnaître une formation indépendante et distincte. Cette formation paraît être représentée aux États-Unis par le *Taconic system*; elle existe aussi sur divers points de la France, notamment dans le Finistère.

Bien que, dans l'état actuel de la science, il soit difficile de fixer rigoureusement la limite des premiers dépôts fossilifères, la plupart des géologues s'accordent à reconnaître que c'est dans le terrain cumbrien que commencent à paraître les premiers vestiges de l'organisation. Ils appartiennent au règne végétal et au règne animal. Les traces de végétaux y sont, il est vrai, un peu confuses; mais cette circonstance tient probablement à ce que les plantes n'ont pu se conserver aussi facilement que les premiers animaux. Au reste, il est certain qu'on y a distingué des empreintes et des débris de plantes, qui toutes paraissent appartenir à la division des cryptogames. Le terrain cumbrien renferme, d'ailleurs, de petits amas d'anthracite, substance charbonneuse à laquelle on reconnaît une origine végétale. Les débris d'animaux y sont un peu mieux conservés. Ils appartiennent aux zoophytes et aux mollusques; mais il est bon d'ajouter que ces premiers êtres de la création sont très-rares, et qu'ils se rencontrent souvent dans un tel état de confusion et d'altération qu'il est difficile d'en bien apprécier les caractères.

Tel fut, autant qu'il nous est donné de le connaître, le point de départ des manifestations de la vie à la surface du globe, création spontanée d'une puissance suprême, qui, sans doute, donna à ces premiers êtres une organisation spéciale en harmonie avec le milieu dans lequel ils devaient se reproduire. L'atmosphère contenait alors tout le gaz acide carbonique que la végétation devait plus tard s'approprier et fixer à l'état de carbone dans les houilles, lignites, etc. Elle était impropre à la vie des animaux plus complexes et à respiration aérienne qui devaient successivement apparaître à la surface de la terre.

TERRAIN SILURIEN.

Synonymie : *Terrain ardoisier ; Formation caradocienne ; Groupe de la Grauwacke ; Terrain de transition moyen ; Système silurien ; Terrain silurien supérieur* de quelques géologues ; Partie de l'*Étage ampélitique* de M. Cordier.

M. Murchison a nommé ce terrain *silurien*, du nom d'une petite peuplade celtique (les Silures), qui habitait le pays de Galles, et qui se défendit avec acharnement, lors de l'invasion de la Grande-Bretagne par les Romains.

Ce géologue avait d'abord donné le nom de *cambrien* à la partie inférieure de ce terrain ; mais il a reconnu plus tard qu'elle contient les mêmes fossiles que le terrain silurien proprement dit, et qu'il n'y a aucune raison pour l'en séparer.

D'un autre côté, MM. Sedgwick et Murchison viennent de reconnaître que le *Tilestone* (roche rouge jusqu'ici confondue avec l'*Old red sandstone*) ne renferme que des fossiles siluriens ; qu'il a été terminé par le soulèvement du Westmoreland et du Hundsruck, et qu'on doit dès lors le séparer du véritable *Old red sandstone* qui le recouvre en stratification discordante.

Par suite de ces additions à sa base et à son sommet, le Terrain silurien doit comprendre tout ce qui est postérieur au soulèvement du Longmynd et antérieur à celui du Westmoreland.

Ce système de couches, dont le type est emprunté à l'Angleterre, se compose principalement de phyllades subluisants (schistes ardoisiers), d'ampélite graphique, de calcaires divers, d'un gris tantôt clair, tantôt bleuâtre ou noirâtre, à texture compacte et à structure fissile. Un de ces calcaires, très-riche en fossiles, est connu en Angleterre sous le nom de *calcaire de Dudley*, parce qu'on l'exploite près de la ville de ce nom. On rencontre aussi dans le terrain silurien diverses autres roches subordonnées, telles que la lydienne, des grès quartzeux, des calcaires

quelquefois magnésiens, des amas de gypse et d'euritine, des couches de chamoisite ou silicate de fer exploité en Bretagne.

Le terrain que nous décrivons, dont la puissance peut aller jusqu'à 1,000 mètres, et même plus selon les géologues anglais, renferme aussi de la fluorine, de la pyrite, de la barytine, des mâcles et de riches gisements de galène argentifère, comme à Huelgoat et à Poullaouen, en Bretagne. Les ardoises qu'il contient et qu'on exploite surtout à Angers et dans les Ardennes jouissent d'une grande réputation.

Le terrain silurien est représenté aux États-Unis, dans sa partie supérieure, par les calcaires bleus et très-fossilifères de l'Ohio, de l'Indiana, du Kentucky, et par les calcaires magnésiens à trilobites épineux, du Visconsin et du Missouri; et, dans sa partie inférieure, par les schistes et grès de toutes couleurs, de Mountain-Island et de New-York, avec diverses espèces de *Lingula* et des *Obolus appolinus*, qu'on retrouve aussi en Russie.

En général, les dépôts du terrain silurien ont beaucoup d'analogie avec ceux du terrain cumbrien. On remarque cependant que le calcaire est moins rare dans le terrain silurien. Ainsi que nous l'avons déjà expliqué théoriquement, cette substance deviendra de plus en plus abondante, à mesure que nous remonterons les divers étages de la série sédimentaire.

Les débris organiques du terrain silurien sont assez nombreux ; on y trouve quelques végétaux (calamites, fougères, etc.), quinze à vingt espèces de poissons et une très-grande quantité de trilobites qui abondent surtout en France dans le schiste ardoisier d'Angers et de la Bretagne.

Les fossiles les plus caractéristiques de ce terrain sont les suivants : 1° parmi les végétaux, le *Calamites radiatus;* 2° parmi les zoophytes, le *Catenipora escharoides;* 3° parmi les mollusques, le *Lituites cornu arietis*, l'*Orthoceratites gregarioides*, le *Conularia pyramidata*, le *Pentamerus Knightii*.

les *Orthis testudinaria* et *biloba*, les *Leptæna euglypha*, et *sericea*; 4° parmi les crustacés, les trilobites nommés *Ogygia Guettardi*, *Asaphus caudatus*, *Calymene Blumenbachii* et *Tristani*, *Isoletus gigas*. M. Alcide d'Orbigny indique huit cent quarante-cinq espèces de mollusques dans le terrain silurien, qu'à l'exemple de quelques géologues il divise en deux étages : le *silurien inférieur*, et le *silurien supérieur* ou *murchisonien*.

TERRAIN DÉVONIEN.

Synonymie : *Terrain de transition supérieur*; *Vieux grès rouge (Old red sandstone* des Anglais); *Formation paléo-psammérythrique*; Partie de la *Période paléozoïque*; *Étage des grès pourprés* de M. Cordier.

Il n'y a guère qu'une dizaine d'années que MM. Sedgwick et Murchison ont constitué le terrain dévonien au moyen d'un démembrement du terrain silurien. C'est le Devonshire et l'Écosse qui leur ont offert les types qu'ils ont décrits et que bientôt on a retrouvés sur le continent avec des caractères, sinon identiques, du moins analogues. Ainsi, la masse énorme de grès fréquemment rougeâtres et connus sous le nom de vieux grès rouge (ou *Old red sandstone*), qui, dans la Grande-Bretagne, semble composer la presque totalité du terrain dévonien, se trouve représentée dans diverses autres parties de l'Europe, ainsi qu'il suit, par ordre de superposition concordante de haut en bas :

1° Schiste gris ou grauwacke (Prusse); Psammite de Condros (Belgique), avec calcaire et dolomie subordonnés;

2° Dolomie et calcaire très-fossilifère de Ferques, de Chinay, de Givet et de l'Eifel; marbres Sainte-Anne de Trélon, etc.;

3° Vieux grès rouge de Montigny-sur-Roc et d'Anor (France), de Burnot (Belgique), d'Eupen (Prusse), de Saint-Pétersbourg et de Laponie.

On signale aux États-Unis, comme équivalents :

1° Le Marcellus et Hamilton group;

2° Le calcaire de Red cedar et des rapides de l'Ohio, avec *Lucina proavia* et *Spirigerina reticularis*.

Le terrain dévonien renferme de l'anthracite et même de la houille qu'on exploite dans les départements de la Seine-Inférieure et de Maine-et-Loire, ainsi que dans les Asturies. Les exploitations si importantes de zinc, de fer et de plomb de la Vieille-Montagne, d'Eschweiler et de Stolberg (Prusse), d'Engis et de Corfaly (Belgique), sont presque toutes disséminées en gîtes irréguliers dans ce terrain, dont la puissance très-variable peut aller depuis 200 jusqu'à 1,500 mètres.

M. Raulin a fait connaître dans le terrain dévonien (à Montrelais, département de Maine-et-Loire) un certain nombre d'espèces de végétaux fossiles parmi lesquelles nous citerons le *Lycopodites imbricatus*, le *Sigillaria venosa*, le *Sphenopteris tenuifolia*, le *Lepidodendron carinatum*. On y a reconnu cent quarante-six espèces de zoophytes (*Cyathophyllum hexagonum*, *Favosites alveolaris* et *suborbicularis*, *Stromatopora polymorpha*, etc.), qui y forment quelquefois des bancs entiers (Chimay); mille cinquante-quatre espèces de mollusques, dont les Brachiopodes forment plus de la moitié. Les plus caractéristiques sont les suivants : *Terebratula Adrieni*, *Productus subaculeatus* et *productoides*, *Spirifer Lonsdalii* et *Verneuili*, *Spirigera concentrica*, *Spirigerina reticularis*, *Leptæna Murchisoni*, *Orthis striatula*, *Calceola sandalina*, *Clymenia Sedgwickii*. On y trouve aussi quelques espèces de trilobites; mais le caractère paléontologique qui distingue surtout le terrain qui nous occupe, c'est la grande quantité de poissons fossiles qu'il contient. On en compte soixante-quatorze espèces, au sujet desquelles M. Agassiz a fait une monographie remarquable. Ces poissons, trouvés en Écosse, dans l'Eifel, et aux environs de Saint-Pétersbourg, présentent des formes toutes spéciales, et les écailles y sont souvent remplacées par des plaques ou cuirasses, comme, par exemple, dans le *Cephalaspis Lyellii*.

En examinant la classification au point de vue des soulèvements, le terrain dévonien devrait comprendre toutes les couches qui se sont déposées en stratification concor-

dante après le *soulèvement du Westmoreland-Hundsruck* et avant le *soulèvement des Ballons*. Il engloberait ainsi le calcaire anthraxifère ; mais, à l'exemple de M. Cordier et de la plupart des géologues, nous croyons devoir faire de ce calcaire un étage distinct que nous rattachons au terrain carbonifère.

TERRAIN CARBONIFÈRE.

Synonymie : *Terrain anthraxifère; Terrain houiller; Groupe carbonifère; Étage carboniférien;* Partie moyenne de la *Période* ou *formation paléozoïque*; Partie de la *Période anthraxifère* de M. Cordier.

Ce terrain est caractérisé dans sa partie inférieure par de l'anthracite, et dans sa partie supérieure par une grande quantité de houille. Ces deux substances, où domine le carbone, expliquent suffisamment l'origine du nom de carbonifère que porte ce terrain. Il se divise naturellement en deux étages distincts : 1° l'*étage du calcaire anthraxifère*; 2° l'*étage houiller*, à la base duquel se trouve le *Mill-stone-grit*.

Étage du Calcaire anthraxifère. — Synonymie : *Calcaire carbonifère ; Calcaire de montagne* (Mountain limestone), *Calcaire métallifère*.— Cet étage, dont la puissance moyenne est de 4 à 500 mètres, présente des caractères généraux à peu près semblables partout où l'on a pu l'observer, en France, en Belgique, en Angleterre, en Écosse, aux États-Unis et jusqu'à la Nouvelle-Hollande. Il est généralement représenté par un calcaire compacte, quelquefois grenu, fréquemment traversé par des veines de carbonate de chaux spathique. Ce calcaire donne, par le frottement, une odeur fétide ; sa couleur grisâtre, bleuâtre ou noirâtre paraît due à des matières charbonneuses et bitumineuses.

C'est le calcaire carbonifère qui fournit au commerce les marbres de Belgique, connus sous le nom de marbres des

Écaussines, ou *petit granite*, contenant beaucoup de polypiers et d'encrines.

Les principales roches subordonnées au calcaire carbonifère sont des lits de silex noirâtre, du peroxyde de fer globulaire, de l'anthracite, du bitume, de la fluorine, de la barytine, enfin du calcaire magnésien qui y forme quelquefois des couches puissantes.

Cet étage est très-développé en Angleterre. Il y constitue des montagnes assez élevées, ce qui lui a fait donner le nom de *calcaire de montagnes*. Dans cette localité il renferme des filons et des amas de diverses substances métallifères, qui sont l'objet d'exploitations avantageuses, telles sont celles de sulfure de plomb, de zinc, etc.

L'étage anthraxifère, si simple par sa composition, est très-varié par les nombreux fossiles qu'il contient. On y a reconnu quelques espèces de végétaux, beaucoup de polypiers et de radiaires, près de neuf cents espèces de mollusques, ainsi que des crustacés et des poissons.

Parmi les mollusques les plus caractéristiques, on cite: l'*Orthoceratites crenulatus*, le *Subclymenia* (ou *Goniatites*) *evoluta*, le *Straparolus* (ou *Euomphalus*) *pentangulatus*, les *Bellerophon costatus*, *Keynianus*, *bicarenus* et *hiulcus*, les *Spirifer glaber* et *lineatus*, les *Productus semireticulatus*, *striatus*, *giganteus* et *punctatus*, le *Strophomena depressa*.

Mill-stone-Grit. — Dans diverses localités, comme les Ardennes, et surtout les îles Britanniques, on voit une assise qui se confond avec l'étage houiller, et que quelques géologues rapportent à la partie supérieure des calcaires anthraxifères, tandis que d'autres le considèrent comme formant la partie inférieure de l'étage houiller. Cette assise est surtout composée de schistes, d'argiles, de calcaires souvent bitumineux, de grès feldspathiques, et enfin de grès quartzeux grossiers assez abondants pour fournir des meules à toute l'Angleterre; c'est à cette circonstance

m de *Mill-stone-grit*, qu'on lui donne. M. Élie
place son *système de montagnes du Forez*
one-grit et l'étage houiller.

iller. — Synonymie : *Formation houillère ;*
r ; Terrain charbonneux. — Les riches et pré-
: houille renfermés dans cet étage lui donnent
t spécial. Il est composé de couches succes-
ıoins puissantes de grès divers, nommés grès
chistes parfois bitumineux et inflammables,
ȝ, près d'Autun, et enfin de houille. Cette
nce n'appartient pas exclusivement à l'étage
ȝlle y atteint son maximum d'abondance. Les
ıs venons de nommer forment entre elles des
ːrnent à plusieurs reprises, et jusqu'à cent
ıte fois.

ment de quelques roches subordonnées, telles
le fer, pséphite, argile, argilite, calcaire, etc.,
contient de la pyrite de fer (*sperkise*), dont
t à la qualité du combustible. On y voit aussi,
. du bitume transsuder de la surface des
nent extraits, et plus rarement, de la ga-
ıde, de la barytine et de l'alun de plume,
ȝ Liége.

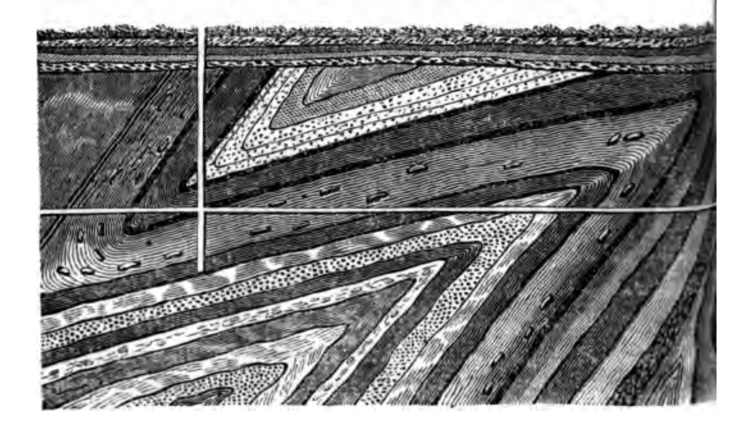
ıaté peut être considéré comme une roche
: la formation houillère. Il est néanmoins
ıujet à manquer que la houille. En France,
s départements de l'Aveyron et du Gard, il
sez abondant pour être exploité avec avan-
minerai est si répandu sur certains points
qu'il y alimente la plus grande partie des
'euses usines à fer de ce pays.

ouillers sont, en général, disposés par pe-
lés. Ils sont très-répandus dans la partie
'Europe. La France seule en possède envi-
s ou moins riches ; mais cette disposition en

petits bassins indépendants les uns des autres ne se rencontre pas également partout ; ainsi la longue bande houillère exploitée à Eschweiler, Aix-la-Chapelle, Liége, Charleroi, Mons, et dans les îles Britanniques, présente une continuité remarquable qui indique, comme l'a judicieusement fait observer M. Élie de Beaumont, que ces gisements appartiennent à un seul dépôt formé dans une même mer, ou dans un même golfe.

Le nombre des couches de houille dans le même bassin est très-variable. On fixe à quatre-vingt-cinq celles qui existent dans le bassin de Liége. Quant à leur épaisseur, la moyenne ne dépasse guère un mètre. Cependant, sur quelques points, elles atteignent 4 à 5 mètres de puissance, et, dans certains renflements, jusqu'à 50 mètres et plus, comme, par exemple, dans l'Aveyron.

Les couches de houille sont très-tourmentées, par suite des nombreuses dislocations qu'elles ont éprouvées ; elles se présentent fréquemment rompues par des failles, tantôt contournées, tantôt repliées sur elles-mêmes de manière à former des zigzags, en sorte qu'un puits vertical peut traverser plusieurs fois la même couche. Dans les houillères de Mons et d'Anzin, on a de beaux exemples de cette disposition, ainsi que le représente la figure suivante.



La puissance de l'étage houiller dépasse parfois 700 mètres; mais d'ordinaire elle n'en présente que 200 à 300. Il existe peu de débris d'animaux dans cet étage ; on y remarque seulement quelques rares mollusques, des traces d'insectes et diverses espèces de poissons qu'on trouve en assez grande abondance dans les schistes bitumineux d'Autun, tels que le *Palœoniscus Blainvillei*, le *Palœoniscus Voltzii*, l'*Amblypterus latus*; mais, en revanche, on y a constaté un nombre prodigieux de végétaux, surtout dans les schistes houillers. Ce sont des empreintes bien conservées de feuilles et de tiges, quelquefois les tiges mêmes des plantes, qui presque toutes présentent des dimensions gigantesques. Les espèces connues s'élèvent, selon M. Brongniart, à environ 500 espèces qui se répartissent de la manière suivante : 4 algues, 2 champignons, 250 fougères, parmi lesquelles nous citerons surtout le *Pecopteris aquilina*, le *Sphenopteris Hœninghausi*, les *Nevropteris heterophylla* et *Loshii*; 83 Lycopodiacées, telles que *Lepidodendron elegans*; 13 Équisétacées, comme le *Calamites suckowii*; 44 Astérophyllitées; 60 Sigillariées, notamment les *Sigillaria lœvigata* et *Boblayi*; 12 Næggérathiées; 3 Cycadées, et 16 Conifères. Plusieurs plantes de ces diverses familles ont quelque analogie avec celles que produit actuellement la nature dans les régions intertropicales; mais la végétation, dont les débris ont donné naissance à la houille, devait être beaucoup plus forte, beaucoup plus active que celle que déploient, de nos jours, les riches savanes de l'Amérique équatoriale.

TERRAIN PERMIEN.

Synonymie : *Terrain pénéen; Formation psammérythrique;* Partie supérieure de la *Période paléozoïque;* Partie de la *Période salino-magnésienne* de M. Cor-

Le nom de *permien* (de *Perm*, en Russie), a été donné au terrain composé de trois étages distincts, qui sont,

d'après leur ordre d'ancienneté : 1° le *Pséphite* ou *nouveau Grès rouge*; 2° le *Zechstein*; 3° le *Grès vosgien*. Ce terrain, très-sujet à manquer, n'est presque jamais complétement représenté. Ce qu'il offre surtout d'important, c'est qu'on y trouve, pour la première fois, des débris de *sauriens*, reptiles qui le caractérisent au point de vue paléontologique. Les autres fossiles peu nombreux qu'il contient sont presque tous concentrés dans le Zechstein.

Étage des Pséphites. — Synonymie : *Grès rouge* de divers géologues; *Todtliegende* des Allemands; *Grès rouges moyens* de divers géologues; *Formation psammérythrique*. — Cet étage, d'une puissance moyenne de 100 à 200 mètres, existe dans une grande partie de l'Allemagne, en Angleterre, dans les Vosges, etc. Il se compose principalement d'une roche, le plus souvent rougeâtre, à base de conglomérat porphyrique décomposé, à laquelle M. Cordier donne le nom de *pséphite*. Cette roche, tantôt à gros grains anguleux ou arrondis, tantôt à grains fins et passant au grès, alterne avec des matières argileuses et ferrugineuses. Les rares fossiles que présentent les pséphites sont généralement des troncs silicifiés de conifères et quelques empreintes de fougères et de calamites.

Étage du Zechstein. — Synonymie : *Calcaire alpin*; *Calcaire magnésien*; *Calcaire pénéen ou permien*; *Formation magnésifère*, etc. — Cet étage, très-sujet à manquer, n'est représenté en France que par quelques lambeaux insignifiants; mais en Allemagne et en Angleterre, où il acquiert une puissance de 100 à 150 mètres, il se compose, en général, de calcaire magnésien, de calcaire argilifère et de calcaire bitumineux. Ce dernier, presque toujours d'un gris noirâtre, donne par le frottement une odeur fétide.

Les roches subordonnées au zechstein sont des marnes, de la dolomie, du gypse, du sel gemme, enfin, des schistes

calcaires et bitumineux inflammables, remarquables, dans le pays de Mansfeld et en Thuringe, par les minerais de cuivre gris argentifère et plombifère qu'ils renferment et qui sont l'objet d'une exploitation considérable.

Dans ces schistes bitumineux et cuivreux, on trouve en abondance des débris organiques. On y voit, pour la première fois, les débris de reptiles sauriens dont nous avons déjà parlé, tels que le *Monitor thuringiensis* ou *Protorosaurus Speneri*. On y trouve, en outre, de nombreuses espèces de poissons appartenant principalement aux genres *Palæoniscus*, *Palæothrissum*, *Platysomus* etc.; espèces en partie analogues à celles de l'étage houiller et qui ne se montrent plus dans les terrains supérieurs. Enfin, le Zechstein renferme un certain nombre d'espèces de mollusques, comme *Productus cancrini* et *horridus*, *Spirifer alatus*, *Rhynchonella Geinitziana* et *Schlotheimii*, *Avicula antiquata* et *Kazanensis*, *Mytilus Hausmanni*, *Lyonsia dubia*. On y trouve aussi des radiaires et quelques rares végétaux.

Étage du Grès vosgien. — Synonymie : *Grès des Vosges*; *Grès rouge supérieur* de divers géologues; partie des *Grès bigarrés* de M. Cordier. — Ce dépôt, que plusieurs géologues réunissent aux grès bigarrés, en a été séparé par M. Élie de Beaumont, qui le considère comme une formation distincte. Il se compose de grès quartzeux, généralement friable, à grains plus ou moins gros, faiblement liés par un ciment siliceux ou argileux, et souvent coloré en rougeâtre par l'oxyde de fer. Il contient quelquefois des paillettes de mica et de petits grains de feldspath, soit intact, soit décomposé.

Le grès vosgien constitue toute la partie septentrionale des Vosges; il présente une puissance qui dépasse quelquefois 150 mètres. Sur quelques points, et notamment dans les Vosges, il est traversé par des filons d'oxyde de fer assez riches pour être exploités. Ces filons sont accompagnés de

carbonate, de phosphate et d'arséniate de plomb. On y trouve aussi, accidentellement et en petite quantité, de la galène, de la calamine et du cuivre; mais le grès des Vosges ne contient presque jamais de corps organisés, si ce n'est quelques rares débris de végétaux appartenant aux calamites.

TERRAIN DE TRIAS.

Synonymie : *Formation triasique ; Terrain keuprique* ou *keupérien ;* Partie de la *Période salino-magnésienne* de M. Cordier, *etc.*

Ce terrain a été nommé Trias (*tri, trois*), parce qu'il se compose de trois dépôts minéralogiquement très-distincts : 1° les *Grès bigarrés*; 2° le *Muschelkalk*; 3° les *Argiles irisées*, ou *Keuper* des Allemands.

Étage des Grès bigarrés. — Synonymie : *Nouveau Grès rouge* des Anglais (New red sandstone); *formation pœcilienne.*—Cet étage, dont la puissance moyenne est d'environ 150 mètres, est connu sur divers points de la France (Lorraine, Alsace), en Allemagne, en Angleterre, en Russie, en Amérique, etc. Il se compose généralement de nombreuses couches de psammites, ou grès quartzeux argilifères, à grains plus ou moins fins, de couleurs variées, le plus souvent bigarrées de taches rougeâtres, jaunâtres, grisâtres, bleuâtres, etc. Ces grès renferment des paillettes de mica et alternent avec des couches d'argile.

Les principales roches subordonnées à ces psammites sont des métaxites, des calcaires souvent magnésiens et globulaires, du gypse, de l'anhydrite et des argiles calcarifères, contenant souvent de petites masses de sel gemme.

On y trouve aussi quelques substances minérales, telles que du cuivre carbonaté (exploité à Chessy, près de Lyon, ainsi qu'en Allemagne et en Russie), du manganèse, du fer oligiste, du fer hydraté, etc.

igarrés contiennent beaucoup de végétaux, mais lébris d'animaux. Parmi les végétaux, qui dife ceux de l'étage houiller, nous citerons, comme nes, le *Voltia brevifolia*, le *Calamites arenaiopteris Mougeoti*, le *Nevropteris Voltzii*, etc. ux mollusques qu'on y rencontre sont le *Natica* les *Lima striata* et *lineata*, etc. On y trouve es polypiers, des crustacés, six ou sept espèces et quelques débris de reptiles.

-Unis, M. Hitchcock a signalé, dans le grès biempreintes de pas d'oiseaux qu'il a nommés ;s, et dont il a fait huit espèces distinctes. En i également trouvé quelques traces de pas de itres; enfin, dans les carrières de grès quartzeux ausen, en Saxe, on a découvert des empreintes tenant à un animal inconnu, qu'on a nommé ., et que la plupart des géologues rapportent à ptile différant essentiellement de tous les gen-Jne de ces curieuses empreintes est maintenant iris, dans la galerie de Géologie du Muséum urelle.

Muschelkalk. — Synonymie : *Calcaire conaire à Cératites* de M. Cordier. — Le nom de (calcaire coquiller) a été donné par les Alleage supérieur aux grès bigarrés, et qui se monpoints de l'Europe, notamment en Allemagne, souvent une puissance de 100 à 150 mètres. i diverses couches de calcaire compacte, tantôt e, tantôt gris bleuâtre ou noirâtre, quelquefois t contenant des rognons de silex; il alterne nes et des argiles. Cet étage, qui en France se it en Alsace, est très-riche en débris organitels que : térébratules, huîtres, peignes, plac.; mais les espèces les plus caractéristiques

sont : l'*Encrinus moniliformis*, le *Myophoria* (ou *Trigonia*) *Goldfussii*, le *Terebratula communis*, le *Mytilus eduliformis*, l'*Avicula socialis*, le *Ceratites* (ou *Ammonites*) *nodosus*, et les curieux fossiles nommés *Rhyncholithes Gaillardoti*, que plusieurs auteurs rangeaient autrefois parmi les crustacés, mais que les géologues considèrent maintenant comme de véritables becs de céphalopodes. On y trouve aussi plus de trente espèces de poissons ; dix espèces de reptiles (*Simosaurus Gaillardoti*, *Nothosaurus*, *Testudo Lunevillensis*, etc.) ; et quelques espèces de végétaux. Les trilobites, les productus, les orthocères et les bellérophons, si nombreux aux périodes précédentes, cessent de se montrer dans celle-ci.

Étage des Argiles irisées. — Synonymie : *Marnes irisées*, *Keuper* des Allemands ; *Red marle* des Anglais. — Cet étage, qui recouvre le Muschelkalk, atteint, en France et en Allemagne, une puissance qui dépasse quelquefois 200 mètres. Il se compose d'une multitude de couches argileuses et marneuses irrégulièrement colorées en rouge, jaune bleuâtre ou verdâtre, alternant, le plus souvent, avec des grès quartzeux, friables, argilifères (psammite), qui sont aussi diversement colorés.

Les principales roches subordonnées aux Argiles irisées sont des argiles salifères, du gypse, de l'anhydrite, du sel gemme, de l'arkose, de la houille maigre pyriteuse (*stipite*), des calcaires argilifères, des calcaires magnésiens, de la galène, du cuivre carbonaté, de la pyrite, du fer hydroxydé, etc. La matière la plus abondante de cet étage, celle qui se présente avec la plus grande puissance, dans le Wurtemberg et en France, est le sel gemme, substance qui alterne, en couches de 7 à 8 et même 10 mètres, avec des couches d'argile. Ces diverses couches salifères réunies présentent ensemble, sur quelques points, une puissance d'environ 150 mètres ; c'est ce qui a lieu, par exemple, dans le Wurtemberg, ainsi qu'à Vic et à Dieuze (Meurthe).

nme forme une des richesses du sol de la

de cet étage que sortent les sources salifères masses gypseuses, plus ou moins abondantes, ;nent les dépôts de sel gemme, sont souvent oitations avantageuses.

; irisées contiennent un assez grand nombre de Alcide d'Orbigny y rapporte aussi beaucoup 's, parmi lesquels nous citerons seulement le *semicostata*, les *Pecten decoratus* et *tubulifer*, *ya striata*, l'*Avicula subcostata*, l'*Emarginula nmonites aon*; enfin on y a signalé des débris de reptiles, qu'on trouve aux environs de Stuttgard.

TERRAIN JURASSIQUE.

jurassique, à la fois l'un des plus puissants et)lexes, se présente sur une étendue considé-ıce, en Allemagne, dans les régions alpines, . Son nom lui vient de ce que les montagnes :ce) en sont entièrement formées et ont servi omparaison pour les autres contrées où il se uvert. Ce terrain, dans lequel M. Alcide d'Or-)nnaître 3,785 espèces de mollusques et de divise en deux grands groupes distincts : *ias*; 2° la formation *oolithique*, qui comprend

Lias. — Le nom anglais de *lias* a été géné-té pour désigner un étage qui constitue la base ssique, et dont la puissance moyenne est d'en-.res.

férieure de cette formation, qui se montre en ı Bourgogne, est un système de couches aré-ès selon les contrées. Elle est ordinairement

composée de sable et surtout de grès quartzeux blanchâtre ou jaunâtre, souvent calcarifère, nommé *grès du Lias*, et qui comprend la plus grande partie du *quadersandstein* (pierre à bâtir des Allemands).

Sur divers points du centre de la France, ces grès sont très-feldspathiques, surtout lorsqu'ils reposent sur les roches d'épanchement, et deviennent alors des arkoses et des métaxites. Quelquefois ils contiennent des couches subordonnées de calcaires, des rognons disséminés de silex corné, du sulfate de plomb, de l'oxyde vert de chrome, du sulfate de baryte, du manganèse, etc.

Au-dessus des grès du Lias sont des calcaires compactes, argilifères, bleuâtres ou jaunâtres. Ces calcaires constituent la partie supérieure de l'*étage Sinémurien* de M. Alcide d'Orbigny ou la zone de l'*Ostrea* (ou *Gryphea*) *arcuata*, qui y forme un horizon constant et dont la partie inférieure est le *grès du Lias*.

Les calcaires dont nous venons de parler sont surmontés d'assises de marnes passant souvent à la marnolite et constituant l'*étage Liasien* de M. Alcide d'Orbigny. Ces dépôts marneux forment une seconde zone de gryphées, qui est la zone de l'*Ostrea* (ou *Gryphea*) *cymbium*.

Enfin, l'étage du Lias est terminé par de puissantes couches de marnes, différant, par les fossiles, des marnes à *Ostrea cymbium* et formant l'*étage Toarcien* de M. Alcide d'Orbigny. Ces couches de marnes sont quelquefois arénifères, d'autres fois bitumineuses; souvent elles alternent avec des couches subordonnées d'argile, de marnolite, de lumachelle, de calcaire à grains spathiques; enfin, sur certains points, on y trouve des grès quartzeux, du lignite pyriteux, des amas ou rognons de protoxyde de fer et d'hydrate de fer, qui ont donné lieu, dans quelques localités, à diverses exploitations.

Le Lias est très-riche en fossiles. Dans ses couches inférieures apparaissent les bélemnites (*Belemnites acutus*), les

ammonites persillées (*Ammonites bisulcatus* et *Conybeari*). Les espèces deviennent plus nombreuses dans les couches moyennes; et, enfin, dans les parties supérieures, elles se présentent avec leurs formes les plus riches, les plus variées (*Belemnites tripartitus*, *Ammonites insignis*, *bifrons* et *serpentinus*, *Lima* (ou *Plagiostoma*) *gigantea*, *Pecten acuticosta*, *Trigonia navis*, etc.). Les zoophytes, les végétaux ont aussi de nombreux représentants dans l'étage du Lias. On y a également trouvé une vingtaine d'espèces de poissons appartenant tous à des genres éteints; mais les fossiles les plus remarquables sont des reptiles à formes spéciales et bizarres, à taille gigantesque : comme les *Ichthyosaurus* ou poissons-lézards, dont quelques-uns devaient avoir plus de 7 mètres de long; les *Plesiosaurus* si remarquables par leur cou, qui ressemble au corps d'un serpent; les *Ptérodactyles*, reptiles volants, qui se rapprochent des oiseaux, par la forme de la tête et du cou, des mammifères ordinaires par la forme du tronc et de la queue, et dont les membres ailés rappellent les chauves-souris.

C'est à divers reptiles qu'appartiennent les excréments fossiles nommés *coprolites*, qu'on rencontre si fréquemment dans le Lias de Lyme Régis, en Angleterre. On a aussi trouvé, dans cette localité, des débris de *Belemnosepia sagittata*, dont les poches à encre conservent leur forme primitive et contiennent une encre colorante encore assez bien conservée pour pouvoir être délayée et employée aux mêmes usages que la *sépia* et l'encre de Chine.

Formation oolithique. — Synonymie : *Calcaire alpin de divers géologues.* — Cette formation, dont la puissance va quelquefois jusqu'à plus de 700 mètres, est caractérisée minéralogiquement, d'une manière générale, par la texture oolithique (globulaire) que présentent souvent ses calcaires. Elle se divise en trois étages : 1° l'*Oolithe inférieure ;* 2° l'*Oolithe moyenne* ; 3° l'*Oolithe supérieure*. En Angleterre, où la for-

mation oolithique se montre de la manière la plus variée, on a établi, en outre, plusieurs autres subdivisions secondaires qui ont reçu des dénominations particulières, la plupart adoptées par les géologues français.

Oolithe inférieure. — L'oolithe inférieure constitue de puissantes assises de calcaires divers, riches en débris de végétaux (algues, fougères, cycadées); plus riches encore en débris d'animaux, tels que zoophytes, mollusques, poissons et reptiles. Ces fossiles se groupent dans deux assises distinctes :

La première (étage *Bajocien* de M. Alcide d'Orbigny) est en général représentée par des animaux côtiers, tels que le *Belemnites giganteus*, le *Nautilus lineatus*, les *Ammonites interruptus* (ou *Parkinsoni*), *Gervillei* et *Brongniartii*, le *Pleurotomaria conoidea*, le *Trigonia costata*, le *Pholadomya obtusa*, le *Lima proboscidea*, le *Rhynchonella plicatella*, etc. Elle commence par des assises auxquelles on a donné le nom d'*oolithe ferrugineuse* et qui atteignent jusqu'à 40 mètres de puissance. Elle se compose principalement de calcaires jaunâtres, brunâtres ou rougeâtres, chargés d'hydrate de fer, souvent oolithique et reposant sur des sables calcarifères.

Quelquefois ces calcaires sont magnésiens; et, sur plusieurs points de la France (Ardennes, Moselle, Côte-d'Or, etc.), les minerais de fer en grains qu'ils renferment sont l'objet d'importantes exploitations. A leur partie supérieure se trouvent des alternances d'argile et de marne bleuâtre ou jaunâtre. Les Anglais les ont nommées *terre à foulon*, parce qu'elles servent à dégraisser les draps qui sortent des fabriques.

La seconde assise de l'oolithe inférieure (*étage Bathonien* de M. Alcide d'Orbigny) est généralement caractérisée par des dépôts qui se sont formés au sein des mers profondes, comme l'indiquent la plupart des fossiles qu'ils recèlent (*Terebratula digona* et *ornithocephala*, *Rhyncho-*

rebratula decorata, nombreux polypiers), etc.
nd plusieurs divisions :

ande oolithe, composée d'alternances de cal-
iiques, de calcaires grossiers coquillers avec
sifères subordonnés, rognons de jaspe et de

e de Bradford (*Bradford clay* des Anglais), qui,
'est qu'une marne bleuâtre, contenant souvent
encrines.

est marble ou *marbre de forêt*, ainsi nommé
Angleterre on l'exploite dans la forêt de Wich-
compose ordinairement de couches minces de
eux, de sable marneux et de calcaire très-co-

le *Corn-brash* des Anglais. Le corn-brash est
grossier, plus ou moins oolithique, divisé en
couches, alternant le plus souvent avec des
steuses. C'est à cette dernière assise qu'ap-
alcaire oolithique fissile que les Anglais nom-
: *de Stonesfield*, et dans lequel, selon divers
n a trouvé quelques mâchoires de mammifères
idelphes; mais ces prétendus débris de mam-
regardés comme douteux par plusieurs paléon-
tamment par M. A. d'Orbigny, qui les consi-
pouvant appartenir à des reptiles.

moyenne. — Cet étage forme deux assises

re, comprenant le *Kelloways-Rock* (étage *Kel-*
Alcide d'Orbigny) et l'*Argile d'Oxford* (*Oxford*
lais), est parfaitement caractérisée par de puis-
es d'argile bleue.

pales roches subordonnées à ces argiles sont
it des lits de calcaire marneux et de schistes bi-
e l'hydrate de fer globulaire, exploité sur di-

vers points de la France, comme à Châtillon-sur-Seine et aux environs de Launoy (Ardennes); des rognons de silex et de calcaire ferrugineux, appelé *Septaria* par les Anglais, et qu'en France (dans la Haute-Saône) on nomme *terrain à Chailles*.

Ces diverses couches renferment de nombreux et très-beaux fossiles, tels que : le *Nucleolites scutatus*, l'*Ostrea* (ou *Gryphea*) *dilatata*, l'*Ostrea gregaria*, l'*Ostrea Marshii*, le *Trigonia clavellata*, les *Ammonites cordatus*, *macrocephalus*, *athleta*, *anceps*, *perarmatus* et *plicatilis*, le *Belemnites hastatus*. La localité dite les Vaches noires (Calvados) est célèbre pour les ammonites pyritisées qu'elle présente, et Dives, dans le même département, est renommé pour les débris de reptiles sauriens qu'on y a trouvés.

La seconde assise de l'oolithe moyenne est formée d'abord de sables et de grès calcarifères, désignés en Angleterre sous le nom de *Calcareous grit;* puis de plusieurs assises de calcaires divers, parfois magnésiens, comprenant le *Coralrag* ou *Calcaire à coraux* (étage *Corallien* de M. Alcide d'Orbigny), remarquable par l'abondance de polypiers qui y forment quelquefois des bancs continus de 4 à 5 mètres de puissance, en conservant, pour la plupart, la position dans laquelle ils ont vécu au fond de la mer.

Les fossiles caractéristiques de cette assise sont le *Diceras arietina*, le *Phasianella striata*, les *Nerinea nodosa* et *clavus*. C'est au Coral-rag que se rapporte la précieuse pierre lithographique de Bavière, dans laquelle on a découvert, à Solenhofen, de nombreux débris fossiles, et, entre autres, des végétaux, des crustacés (*Eryon arctiformis*), des insectes, comme le *Libellula*, le *Buprestis;* des poissons, et enfin des reptiles, tels que le *Pterodactylus longirostris*.

Oolithe supérieure. — Elle comprend l'*Argile de Kimmeridge* (ou *Kimmeridien*) et le *Calcaire de Portland* (ou *Portlandien*). L'argile de Kimméridge (*Kimmeridge-clay*) est

mbreuses couches d'argile bleue ou jaunâtre, ›c des marnes et des marnolites coquillères, bitumineuses inflammables, des conglomérats es calcaires arénacés ou magnésiens. Cette ›ez bien représentée en France, au cap de la u Havre, et à Hécourt, près de Beauvais, etc. e, elle acquiert une puissance de 200 à 250 *'rea deltoidea* et l'*Ostrea virgula* (ou *Gryphea* ›n y trouve en abondance, forment dans ces zone constante. L'argile de Kimmeridge con- un grand nombre d'autres fossiles, tels que : *is*, *Pholadomya multicostata*, *Mytilus jurensis*, *tus*.

›alcaire de Portland (*Portland-stone*) qui ter- e supérieure de la formation oolithique, il se ıéralement, d'une série d'alternances de cal- ›olithiques, compactes ou grossiers, marneux ›ntenant quelquefois des rognons de silex. Ces 'erment beaucoup de fossiles, parmi lesquels seulement le *Ceromya* (ou *Pholadomya*) *ex- holadomya truncata* et l'*Ammonites gigas*.

le voit, la formation oolithique contient une ıántité de dépouilles d'êtres organisés, qui va- ›s étages. En général, elle recèle un très-grand ›étaux continentaux, de zoophytes et de mol- tamment des *ammonites*. On y a aussi trouvé des insectes, des poissons et des reptiles. tiles, on voit paraître dans cette formation *ıalosaurus*, *Teleosaurus*, *Pleurosaurus*, *Geo-* t diverses espèces de *Pterodactylus*, reptiles ous avons déjà signalé l'existence à l'époque

TERRAIN CRÉTACÉ.

Synonymie : *Terrain crayeux ; Groupe crétacé; Période crétacée* de M. Cordier.

Ce terrain est, comme le précédent, très-étendu et très-puissant. En France, il forme, selon M. Raulin, deux bassins : celui du Nord, qui comprend la Champagne et la Neustrie, et celui du Sud, comprenant les terrains qui dépendent des bassins hydrographiques de la Garonne et du Rhône. Ailleurs, il se présente, dans un grand nombre de localités, avec des caractères variés. Il doit son nom au calcaire blanc, tendre et traçant, qu'on appelle *craie*, et qui en occupe la partie supérieure.

En Angleterre, le terrain crétacé s'appuie sur la formation oolithique; tandis que, sur quelques points de la France, il repose, non-seulement sur le terrain houiller, mais même sur le terrain cumbrien, le plus ancien, comme on sait, des terrains sédimentaires. Le terrain crétacé, dans lequel M. Alcide d'Orbigny a signalé 4,098 espèces de mollusques et de zoophytes, se divise généralement en trois étages distincts, qui sont, d'après leur ordre d'ancienneté : 1° l'*étage des sables ferrugineux*; 2° l'*étage glauconieux*; 3° l'*étage crayeux*.

Étage des sables ferrugineux.—Synonymie : *Groupe wealdien; Formation wealdienne ; Terrain néocomien*, comprenant les *Étages néocomien* et *Aptien* de M. Alcide d'Orbigny. — Cet étage n'est connu dans tout son développement qu'en Angleterre ; on l'y nomme terrain de *Weald*, nom qui désigne diverses parties des comtés de Kent, de Surrey et de Sussex, où il a été particulièrement observé. Il y acquiert une puissance de 2 à 300 mètres, et se divise en trois assises, disposées comme il suit, en allant toujours de bas en haut :

1° Le *Calcaire de Purbeck*, composé, dans la presqu'île

le calcaire arénifère pétri de *Paludina* et d'au-
s d'eau douce. Ce calcaire alterne fréquemment
ches de marnes plus ou moins schisteuses. La
oyenne de cette assise est d'environ 75 mètres.
bles de Hastings (*Hastings-sand*), du nom d'une
é de Sussex, aux environs de laquelle ils ac-
importance considérable. Cette assise est
bles, de grès, de marnes et de conglomérats
urs ferrugineux, avec amas d'hydrate de fer.
moyenne est d'environ 130 mètres.
wealdienne proprement dite, qui alterne avec
s de sable et de calcaire coquiller. Ces di-
contiennent un certain nombre de coquilles
s lacustres et fluviatiles, telles que : *Paludina*,
rinata, *Unio antiquus*, etc. On y a trouvé des
inentaux (*cycadées*, *fougères*, etc.), des poissons
des débris d'oiseaux échassiers appartenant
alæornis, *Cimoliornis*, etc., et divers genres
armi lesquels nous citerons seulement le *Me-*
l'*Iguanodon*, monstrueux saurien qui devait
20 mètres de long.
sables ferrugineux existe aux environs de
) (type *Bellovacien* de M. Cordier) avec des
eu près semblables; mais, en général, il est
France, en Suisse et dans plusieurs autres
n dépôt correspondant, auquel on a donné le
mien, de Neuchatel (*Neocomium*). Ce dépôt
composé de marnes et de calcaires aréni-
ouches subordonnées de sable et de grès
vent très-ferrugineux. Ces dernières couches
lles du groupe wealdien que nous venons de
n ce qu'elles sont essentiellement marines.
breux fossiles qu'elles contiennent, nous ci-
ants comme les plus caractéristiques : *Spa-*
, *Pholadomya elongata*, *Ostrea Couloni* et

aquila, *Janira atava*, *Pterocera pelagi*, *Crioceras Honoratii* et *Emerici*, *Ancyloceras Matheronianus*, *Ammonites radiatus* et *asper*.

Étage glauconieux. — Synonymie : *Formation du grès vert* (*green sand* des Anglais), comprenant le *Gault* des Anglais, ou *Étage Albien* de M. Alcide d'Orbigny, et les *Étages Cénomanien* et *Turonien* du même auteur. — Cet étage, nommé *grès verts* par divers géologues, atteint quelquefois jusqu'à 200 mètres de puissance ; mais ordinairement il n'a pas plus de 20 à 30 mètres d'épaisseur. Les fossiles qu'il renferme autorisent à le subdiviser en deux assises distinctes.

L'*assise inférieure*, nommée d'abord *Gault*, puis *Terrain albien*, par M. Alcide d'Orbigny, comprend la *Glauconie sableuse* de M. Brongniart; les *Grès verts* inférieurs de la perte du Rhône (Ain); les calcaires noirâtres de la montagne des Fis (Savoie), etc. Cette assise est généralement composée de sables quartzeux, plus ou moins chargés de glauconie ou silicate de fer, qui leur communique une couleur verdâtre. Les principales roches subordonnées à ces sables verts, ou celles qui, dans quelques localités, les représentent, sont des sables et des grès quartzeux coquillers (*Quadersanstein* des Allemands), des argiles et des marnes d'un bleu grisâtre, que les Anglais nomment *gault* ou *galt*.

Les débris fossiles sont excessivement nombreux dans l'assise que nous décrivons, caractérisée surtout par l'abondance des céphalopodes, tels qu'*ammonites*, *hamites* et *turrilites*. Parmi ces fossiles, nous citerons comme caractéristiques : l'*Inoceramus concentricus*, le *Nucula pectinata*, les *Ammonites mamillaris* et *Beudanti*, les *Hamites rotundus* et *alternato-tuberculatus*, etc.

L'*assise supérieure* de l'étage glauconieux (*Étages Cénomanien* et *Turonien* de M. Alcide d'Orbigny) comprend la *craie chloritée*; la *glauconie crayeuse* de M. Brongniart; l

grès vert supérieur d'Honfleur (Calvados), d'Uchaux (Vaucluse) et de la Sarthe; la *craie tufau* de Rouen, du Havre et de la Sarthe.

Parmi les nombreux fossiles que renferme cette assise supérieure, nous citerons les *Hippurites organisans* et *Cornu pastoris*, l'*Ostrea carinata*, l'*Ostrea* (ou *Gryphea*) *columba*, le *Scaphites æqualis*, les *Ammonites rhotomagensis* et *varians*. On y trouve aussi des végétaux, des débris de poissons, de reptiles et de nombreux spongiaires de formes très-variées, tels que le *Syphonia pyriformis*, l'*Hallirhoa costata*, etc.

Étage crayeux.— Synonymie : *Étage Sénonien* de M. Alcide d'Orbigny. — La roche dominante de cet étage est la craie blanche ou craie proprement dite, presque entièrement composée de carbonate de chaux. Cette craie massive, tendre et traçante, présente, aux environs de Paris, une puissance qui dépasse 200 mètres, puissance qui a pu être constatée par le forage du puits artésien de Grenelle. La craie renferme ordinairement, à sa partie supérieure, de nombreux silex pyromaques, soit en rognons, soit en lits; mais, dans sa partie inférieure, elle cesse de contenir des silex et devient marneuse. Elle prend alors graduellement une certaine dureté et passe même à l'état de roche solide, susceptible d'être employée dans les constructions.

La craie renferme un nombre considérable d'espèces de coquilles et de radiaires parmi lesquelles on remarque, surtout aux environs de Paris, le *Belemnites mucronatus*, le *Plagiostoma spinosa*, l'*Ostrea vesicularis*, l'*Inoceramus* (ou *Catillus*) *Cuvieri*, le *Spondylus spinosus*, l'*Ananchites ovata* et le *Micraster coranguinum*.

Les caractères généraux de la craie sont variables, suivant les contrées; ainsi, la craie de Maëstricht, qui forme la partie la plus supérieure de l'étage crayeux, est un calcaire grossier, jaunâtre, friable ou endurci, renfermant quelques

rognons de silex calcédonieux. On y trouve des fossiles qui rattachent évidemment cette assise à l'étage crayeux, notamment un reptile gigantesque, le *Mosasaurus Hoffmanni*.

On rapporte aussi à l'étage crayeux d'immenses dépôts de calcaires, formant une zone qui existe sur divers points de la France et qu'on retrouve en Espagne, en Morée, dans l'Asie Mineure et même dans les deux Amériques. Ces calcaires divers, auxquels se subordonnent diverses autres roches, sont caractérisés, sur quelques points, soit par de nombreux *rudistes*, tels que les *Radiolites* (ou *Sphærulites*) *dilatata*, *crateriformis*, *alata* et *Hœninghaussii*; soit par une grande abondance de *nummulites*. Toutefois, les géologues ne sont pas d'accord sur l'âge de ces derniers dépôts, et, par conséquent, sur leur véritable position géognostique. MM. Boué, Deshayes, Raulin, Alcide d'Orbigny, etc., pensent que la plupart des dépôts nummulitiques correspondent à l'étage parisien (Éocène), et qu'ainsi ils n'appartiennent point à l'étage crayeux, comme l'admettent d'autres géologues.

Enfin, la craie des environs de Paris, que les géologues considéraient autrefois comme immédiatement recouverte par l'argile plastique, en est réellement séparée par un dépôt distinct que nous avons décrit ailleurs avec soin, et pour lequel nous avons proposé le nom de *Calcaire pisolithique*, qui a été adopté. Ce dépôt consiste à Meudon, à Bougival, à Port-Marly, à Vigny, au Mont-Aimé, et dans beaucoup d'autres localités plus ou moins rapprochées de Paris, en calcaire fréquemment pisolithique (c'est-à-dire à globules formés de couches concentriques et de dimensions variées), quelquefois arénacé, alternant avec des marnes, etc. Nous y avons trouvé et fait connaître, d'après la détermination de MM. Dehayes et d'Archiac, divers débris de fossiles marins, tels que plusieurs espèces de zoophytes et une vingtaine d'espèces de mollusques, considérées toutes comme plus ou moins caractéristiques du terrain supercrétacé. Ces fos-

plupart à l'état de fragments, étaient en gé-
nent déterminables; mais, récemment, de nou-
ents de calcaire pisolithique ont permis d'en
'alaise, près Paris, à Faxoé, en Danemark, etc.)
d nombre dont beaucoup sont mieux caracté-
de d'Orbigny, qui en a fait l'objet d'un travail
onnu qu'ils appartiennent à plus de soixante
elles de zoophytes et de mollusques (*Nautilus*
ebertinus, *Turritella supracretacea*, *Solarium*
Gravesii. *Pleurotomaria penultima*, etc.), ca-
si un petit horizon géologique auquel il donne
e *Danien*, et qu'il faut définitivement placer
a craie de Maestricht, à la partie la plus su-
rrain crétacé.

l'étage crayeux, et particulièrement la craie
le en coquilles marines. On y a trouvé quel-
(*conferves*, *algues*, *cycadées*, etc.), plusieurs
ssons (*squalus*, *diodon*, *muræna*, etc.), des
s, *mosasaurus*, *crocodiles*, etc.), et quelques
ux; mais il est entièrement privé de mammi-
terrain suivant, nous verrons, au contraire,
le ces animaux plus complexes se montrer
dance qui ne fera que s'accroître à mesure
erons vers les formations récentes du globe.

TERRAIN SUPERCRÉTACÉ.

s tertiaires de divers géologues; Groupes éocène, miocène et
e M. Lyell; *Période paléothérienne* de M. Cordier.

percrétacé comprend cette longue série de
commencent au-dessus de l'étage crayeux et
x alluvions, c'est-à-dire aux couches les plus
écorce terrestre. Quoique très-compliqué et
terrain supercrétacé présente moins d'éten-

due et d'épaisseur que le terrain crétacé sur lequel il s'appuie et qui lui a valu son nom. Les divers étages qui le composent n'ont pas la grande continuité des étages antérieurs. Ils sont disposés en bassins isolés et indépendants, présentant entre eux une composition sensiblement différente, et ne se rapportant les uns aux autres que comme dépôts parallèles ou équivalents synchroniques ; en sorte que, pour en développer tous les caractères, il faudrait décrire chaque bassin en particulier. On comprend qu'à cette époque les continents actuels étant en partie émergés, les dépôts, qui ne pouvaient se former qu'au sein des eaux, ont dû être plus restreints. Dans la description qui va suivre, nous chercherons seulement à embrasser, d'une manière générale, l'ensemble des divers étages qui constituent le terrain supercrétacé, terrain qui, en France, se trouve principalement réparti en deux grands bassins : 1° celui du Nord ou de Paris ; 2° celui du Sud-Ouest ou de l'Aquitaine.

Ces dépôts, n'étant recouverts que par des couches d'alluvions, sont plus sujets à se montrer naturellement sur un grand nombre de points de la surface du globe ; aussi sont-ils mieux connus. Ils offrent, d'ailleurs, un intérêt spécial à raison de la prodigieuse abondance et de la grande variété de fossiles qu'ils recèlent, fossiles dont la nature organique commence, *pour la première fois*, à présenter des espèces analogues à celles de l'organisation actuelle. L'ensemble de ces fossiles, en ne comprenant que les mollusques et les zoophytes, s'élève, suivant M. Alcide d'Orbigny, à six mille quarante espèces.

Le terrain supercrétacé a été divisé en trois formations dont nous formons quatre étages distincts, limités d'ailleurs par des systèmes de soulèvements.

1° La partie inférieure (*formation éocène*), formée par l'*étage parisien*, dans lequel les coquilles fossiles de cette époque ne comprennent, d'après M. Lyell, que trois à quatre

pour cent d'espèces fossiles identiques à des espèces actuellement vivantes (1);

2° La partie moyenne (*Formation Miocène*), comprenant l'étage de la *Molasse* et celui des *Faluns*, qui recèlent environ dix-sept pour cent d'espèces ayant leurs analogues à l'état vivant;

3° La partie supérieure (*Formation Pliocène*), représentée par l'étage du *Crag*, où les espèces fossiles ont, toujours selon M. Lyell, plus d'analogie encore avec les espèces actuelles, puisqu'elles présentent environ trente-cinq à cinquante pour cent d'espèces identiques à celles qui existent actuellement.

Ces quatre étages ont été subdivisés, à leur tour, en plusieurs sous-étages et assises diverses, afin de grouper convenablement les différents dépôts qui leur appartiennent, et dont l'ensemble ne se trouve réuni sur aucun point.

Étage Parisien. — Synonymie : *Terrain tertiaire inférieur; Formation* ou *Système Éocène*, comprenant les *Étages Suessonien* et *Parisien* de M. Alcide d'Orbigny; *Étage Paléothérique* de M. Cordier. — La partie inférieure de l'étage parisien est composée de diverses assises d'*argile plastique*, au-dessous desquelles se trouve, presque toujours, le calcaire pisolithique. L'argile plastique présente des teintes très-variées; elle alterne souvent avec des couches de sable, de grès, de poudingue et de lignites pyriteux, lignites qui constituent, dans le Soissonnais, des lits assez puissants et avantageusement exploités, soit pour

(1) Cette proportion des espèces fossiles ayant leurs analogues à l'état vivant résulte des tables dressées par M. Deshayes en 1830, et publiées par M. Lyell dans ses *Principes de Géologie;* mais, depuis cette époque, un très-grand nombre de nouvelles espèces fossiles ayant été découvertes et comparées avec soin aux coquilles récentes, notamment par M. Alcide d'Orbigny, on a été amené à conclure que la proportion des espèces vivantes trouvées à l'état fossile dans les groupes Éocène, Miocène et Pliocène, est bien moins considérable que l'indiquent les chiffres reproduits ici, d'après l'ouvrage de M. Lyell.

l'amendement des prairies artificielles, soit pour l'extraction de l'alun et du sulfate de fer. Ces diverses couches contiennent parfois de l'hydrate et du carbonate de fer, du succin, des cristaux de gypse, et un certain nombre d'espèces de coquilles d'eau douce et marines, comme les *Cyrena antiqua et cuneiformis*, *Melanopsis buccinoidea*, *Planorbis Prevostinus*, *Ostrea bellovacina*, *Cerithium variabile*, etc. A la base de ce dépôt, nous avons constaté la présence d'un conglomérat composé de craie et de calcaire pisolithique, dans lequel nous avons trouvé (au Bas-Meudon, au lieu dit les Montalets) des débris de plusieurs genres de reptiles (tortues, crocodiles) et des dents de divers mammifères, tels que : *Anthracotherium*, *Lophiodon*, *Loutre*, *Renard*, *Civette*, *Écureuil*. Ainsi, divers genres de mammifères terrestres existaient lors du dépôt de l'*argile* plastique, et comme les dépôts antérieurs n'en contiennent aucun débris *positivement reconnu*, du moins jusqu'ici, on est fondé à croire que c'est seulement de cette époque que date leur apparition bien authentique sur la terre.

Au-dessus de l'argile plastique, dont la puissance varie entre 10 et 60 mètres, et à la partie inférieure de laquelle nous rapportons le *Calcaire lacustre à Physes* de Rilly, près de Reims, viennent trois assises marines très-riches en coquilles, savoir :

1° Les *sables glauconifères*, alternant soit avec des couches d'argile calcarifère, soit avec des sables ferrugineux, et contenant des bancs ou des rognons de grès souvent coquiller. Ce dépôt marin, qui, aux environs de Laon et de Compiègne (Mont-Ganelon, Guise-Lamotte), atteint jusqu'à 40 mètres de puissance, renferme de nombreux fossiles, dont les plus caractéristiques sont le *Neritina conoidea*, les *Cerithium acutum et papale*, l'*Ostrea multicostata* et le *Nummulites planulata*.

2° Le puissant dépôt de *calcaires grossiers*, composé de nombreuses couches marines, à l'exception, toutefois, de

quelques petits lits présentant un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce (*Corbula*, *Natica*, *Cerithium*, *Paludina*, *Lymnea*, etc.).

Le calcaire grossier, avec lequel sont bâtis une grande partie des édifices de Paris, contient un nombre prodigieux de *Milliolites* et de coquilles, parmi lesquelles nous indiquons seulement les suivantes comme les plus fréquentes ou les plus caractéristiques : *Nummulites lævigata*, *Cerithium giganteum et lapidum*, *Turritella imbricataria*, *Terebellum convolutum*, *Voluta spinosa et harpa*, *Pectunculus pulvinatus*, *Cardium porulosum*, *Lucina saxorum*. On y trouve aussi des débris de végétaux, de reptiles et de mammifères.

3° Les *sables et grès dits de Beauchamps*. Cette assise, dont la puissance dépasse quelquefois 25 mètres, se compose principalement d'une masse de sable contenant, vers sa partie supérieure, des rognons ou même des bancs de grès exploités depuis longtemps pour le pavage. M. d'Archiac, qui a fait un mémoire fort intéressant sur ce dépôt, y a reconnu 321 espèces de mollusques. Sur ce nombre, 166 se retrouvent dans les assises inférieures, et 155 sont propres aux grès de Beauchamps. Parmi les espèces les plus caractéristiques ou les plus communes, nous citerons les *Cytherea elegans*, *Lucina saxorum*, *Cerithium mutabile et bicarinatum*, *Melania hordeacea*, *Oliva Laumontiana*, etc.

Au-dessus du grès de Beauchamps se présente d'abord une assise de calcaire d'eau douce (*calcaire de Saint-Ouen*, ou *travertin inférieur*), très-développée dans la Brie. Ce calcaire contient un grand nombre de graines de *Chara*, des feuilles de *Typha*, divers genres de coquilles fluviatiles (*Lymnea longiscata*, *Planorbis rotundatus*, *Cyclostoma mumia*, etc.), des débris de poissons et d'oiseaux, des ossements de *Palæotherium* et d'*Anoplotherium*.

Enfin, l'étage parisien est couronné par un puissant dépôt de gypse, avec de nombreuses couches de marnes et d'argiles de diverses couleurs. A la partie supérieure de ce

dépôt se trouve ordinairement intercalée une nouvelle assise de calcaire d'eau douce (*travertin moyen*) avec silex caverneux, ou pierre meulière, qu'on exploite à la Ferté-sous-Jouarre pour en faire d'excellentes meules de moulins. Quant aux marnes et aux argiles, elles servent, dans quelques localités, à la fabrication des briques, des tuiles et de la poterie.

C'est dans le gypse parisien qu'ont été découverts les nombreux débris de mammifères terrestres à l'aide desquels l'illustre Cuvier, le créateur de l'ostéologie fossile, est parvenu à déduire la forme et la proportion des autres parties de ces animaux, et à reconstruire leurs squelettes entiers avec une précision telle, que les découvertes postérieures d'autres fragments de ces mêmes animaux sont venues confirmer tout ce qu'avait pressenti son génie. C'est ainsi qu'ont été restaurées 7 espèces de *Palæotherium*, 6 d'*Anoplotherium*, etc.; pachydermes qui se rapprochent du Tapir et du Rhinocéros. On a trouvé en outre dans le gypse plusieurs espèces de carnassiers, de rongeurs, de sarigues, d'oiseaux, de reptiles et de poissons. Quelques lits marneux, placés à la base de ce dépôt, contiennent des végétaux, tels que : *Amphitoites parisiensis et Fucus*; des coquilles marines, des insectes et des crustacés.

Nous avons dit que les divers dépôts du terrain supercrétacé sont disposés en bassins isolés et indépendants, présentant entre eux une composition sensiblement différente, et ne se rapportant les uns aux autres que comme formations parallèles ou équivalentes; nous trouvons la preuve de cette assertion dans le consciencieux travail sur la constitution géognostique de l'Aquitaine que M. Victor Raulin a soumis à l'Académie des sciences.

On sait que la vaste plaine triangulaire de l'Aquitaine, ou du sud-ouest de la France, est une des grandes régions naturelles de notre pays. Située entre le plateau central de l'Auvergne et la chaine des Pyrénées, elle se partage entre les

grands bassins hydrographiques de la Gironde et de l'Adour, occupant ainsi plus de la dixième partie du sol de la France. Cette contrée, formée par les terrains tertiaires, est loin de présenter, dans chacune de ses assises, l'uniformité et la régularité qui caractérisent celles du bassin parisien. Un grand nombre d'observations, faites sur une étendue embrassant plus de quinze départements, ont amené M. Raulin à conclure que les assises minérales de l'Aquitaine résultent du comblement d'un ancien estuaire, offrant ainsi l'un des plus beaux exemples à l'appui de la théorie des affluents de M. Constant Prévost. En effet, dans les parties orientales et nord-est, les dépôts sont exclusivement d'eau douce; ailleurs, sur une bande allongée, de l'embouchure de la Gironde jusqu'à Tarbes, on reconnaît une série de formations alternativement marines et d'eau douce; tandis que dans les parties sud-ouest du bassin de l'Adour, les formations marines existent presque seules. Nous allons, sans cesser de nous appuyer sur les recherches de M. Raulin, passer très-rapidement en revue les diverses assises de l'Aquitaine qui sont synchroniques de l'étage parisien, et nous ferons successivement de même pour les autres assises de cette contrée, au fur et à mesure que nous arriverons aux divers étages auxquels elles appartiennent.

La base des couches minérales qui, dans l'Aquitaine, se rapporte à l'étage parisien, est formée par les *sables de Royan*, avec *Ostrea multicostata*, etc., et oursins en partie identiques à ceux de l'assise à nummulites de Bayonne. Au-dessus vient le *calcaire grossier du Médoc*, entièrement semblable à celui de Paris, par ses caractères pétrographiques et paléontologiques; puis la *molasse du Fronsadais*, formée de sables et d'argiles gris-verdâtres, renfermant, à la Grave, plusieurs espèces de *Palæotherium* identiques à celles de Montmartre. A Bergerac, il y a des couches de grès quartzeux qui donnent un pavé très-employé dans tout le bassin. En Saintonge et dans le Périgord, cette

dernière assise est composée de sables rouges avec minerai de fer; elle admet, dans son intérieur, de grands dépôts lenticulaires de calcaire grossier marin. La partie supérieure de cet étage est formée par le *calcaire d'eau douce blanc du Périgord,* qui renferme, sur quelques points, des meulières exploitées comme celles de la Ferté-sous-Jouarre.

L'étage parisien est représenté, dans diverses autres contrées, par des équivalents offrant aussi des différences notables avec les dépôts des environs de Paris; ainsi, en Angleterre, ces équivalents se présentent sous la forme de couches de sable et d'argile (argile de Londres), où l'on a trouvé, à Kyson, dans le Suffolk, une dent bien conservée appartenant à une espèce de singe que M. Owen a nommé *Macacus eocenus.* Ces couches de sable et d'argile appartiennent évidemment à l'époque de l'étage parisien, puisqu'elles contiennent une partie des mollusques du calcaire grossier parisien. Il en est à peu près de même en Belgique; mais, dans le Vicentin (Monte-Bolca), en Sicile et autres lieux, ces équivalents, ou dépôts synchroniques, présentent des caractères plus différents encore, tout en appartenant au même étage. C'est ainsi que quelques auteurs rapportent, avec doute, à l'étage parisien, le célèbre dépôt de sel gemme de Wielizcka, en Pologne, qui appartient peut-être à un dépôt plus récent.

Étage des Molasses. — Synonymie : *Terrain tertiaire moyen; Partie inférieure de la formation Miocène; Partie de l'étage Falunien* de M. Alcide d'Orbigny. Dans le bassin parisien, la base de cet étage est composée de sables quartzeux d'une grande épaisseur. Ces sables, tantôt très-purs, tantôt un peu argilifères, ou micacés, renferment des bancs de grès parfois calcarifère, qu'on exploite à Fontainebleau, à Orsay, à Montmorency, etc., pour le pavage de Paris et de ses environs.

On y trouve des côtes de lamantins (*Manatus Guettardi*,

ainsi que diverses espèces de coquilles marines, telles que *Corbula striata*, *Ostrea longirostris*, *Ostrea cyathula*, *Cytherea incrassata*, *Pectunculus terebratularis*, *Cerithium plicatum*, etc.

A ces sables et grès succède un dépôt d'eau douce formé de calcaire lacustre (calcaire de la Beauce) et d'argiles roussâtres plus ou moins sableuses, avec blocs et plaques de *silex meulières* (meulières de Montmorency) renfermant fréquemment des coquilles d'eau douce et terrestres, dont les principales sont : le *Potamides* (ou *Cerithium*) *Lamarckii*, le *Lymnea cornea*, le *Planorbis cornu*, le *Cyclostoma elegans*, l'*Helix Moroguesi*, etc. On y trouve aussi quelquefois des végétaux tels que *Nymphæa arethusa*, *Lycopodites squammatus*, *Chara medicaginula*, etc.

Comme l'étage précédent, celui des molasses change plus ou moins de composition, suivant les localités. En Auvergne (type *arvernien* de M. Cordier), il est représenté par des couches d'arkose, de métaxite, de marnes et de travertin, parfois rose (environs de Bourges), d'autres fois tuberculaire, avec grès pisasphaltique, veines de gypse, schiste inflammable (dusodyle), susceptible d'exploitation. Sur quelques points de ces dépôts, on rencontre des conglomérats presque entièrement formés de *Cypris faba*. Ces couches diverses contiennent de nombreux débris de mammifères, tels que *Palæotherium*, *Lophiodon*, *Anthracotherium*, etc. On y a également trouvé des débris d'oiseaux, et, chose remarquable, des œufs et des plumes fossiles parfaitement conservés.

Dans le midi de la France, notamment aux environs d'Aix et de Narbonne (type *narbonnais* de M. Cordier), l'étage que nous décrivons est représenté par des molasses (grès quartzeux, mélangés de marne avec grains de feldspath et de mica), du calcaire travertin, parfois tuberculaire, des brèches calcaires, avec couches subordonnées de lignite et de gypse. A Aix, on y a trouvé abondamment des débris d'insectes, et surtout de poissons, en partie analogues à ceux du re-

marquable dépôt de Monte-Bolca, en Italie, qu'on rattache à l'étage parisien.

D'après les recherches de M. Raulin, la base de l'étage des molasses est représentée, dans une partie du bassin de l'Aquitaine, par le *calcaire grossier de Saint-Macaire*, renfermant de nombreux osselets d'astéries. Ce calcaire est remplacé, dans le bassin de l'Adour, par des argiles sableuses coquillères désignées sous le nom de *Falun bleu*; puis vient, aux environs de Bordeaux et de Dax, le *Falun de Léognan*, où l'on trouve une immense quantité de coquilles marines; vers l'Est, ce falun passe à la molasse moyenne de l'Agénais, qui a la plus grande ressemblance avec celle du Fronsadais. L'étage se termine par le *calcaire d'eau douce gris de l'Agénais*, qui forme un des meilleurs horizons géognostiques de l'Aquitaine. Ce calcaire ressemble souvent au calcaire supérieur de la Beauce et renferme, par place, des meulières.

On rapporte également à l'étage des molasses le schiste siliceux zootique de Bilin, en Bohême, que quelques géologues considèrent comme faisant peut-être partie soit des Faluns, soit même du Crag. Ce schiste, appelé tripoli et formant une couche étendue d'une puissance de quatre à cinq mètres, est employé, depuis longtemps, dans les arts, comme poudre à polir les métaux. Le professeur Ehrenberg, en l'examinant avec un puissant microscope, a positivement reconnu qu'il est entièrement composé de carapaces siliceuses d'infusoires auxquelles on a donné le nom de *Gaillonella distans*. La petitesse de ces animalcules est telle, et leur nombre si prodigieux, que, pour en donner une idée, il suffira de dire que chaque pouce cube de schiste en contient plus de quatre cent onze millions.

Étage des Faluns. — Synonymie : *Terrain tertiaire moyen; Partie supérieure de la formation Miocène; Partie de l'étage Falunien* de M. Alcide d'Orbigny. — On nomme faluns diverses couches formées presque en totalité de co-

quilles et de polypiers brisés dont on se sert pour amender les terres de quelques localités, comme aux environs de Tours et de Bordeaux. On rencontre les faluns dans plusieurs autres parties du globe, notamment en Autriche, en Patagonie et en Australie, où leur puissance dépasse quelquefois 300 mètres. .

Ces dépôts coquillers, qui ne se présentent point aux environs de Paris, alternent parfois avec des couches d'argile, de marne, de calcaire grossier, de sable et de grès ferrugineux, contenant des amas ou rognons d'hydrate de fer et quelquefois du bitume, comme à Bastennes, près de Dax (département des Landes). On retire chaque année de cette localité une grande quantité de bitume.

Indépendamment des fragments de mollusques qui composent les faluns, on y trouve une innombrable quantité de coquilles entières plus ou moins bien conservées. Nous citerons seulement les *Cypræa affinis* et *globosa*, le *Conus Mercati*, le *Murex turonensis*, le *Cancellaria acutangula*, l'*Arca diluvii*, le *Pectunculus glycimeris*. On y a aussi reconnu des Poissons, des Reptiles et de grands Mammifères, tels que *Dinotherium*, *Rhinoceros*, *Mastodonte*, *Hippopotame*, *Equus*, *Cervus*, etc.

M. Raulin signale le *Falun de Bazas* comme étant la base de l'étage des Faluns dans le bassin de l'Aquitaine. Ce Falun, qui se retrouve aussi à Mont-de-Marsan et à Dax, présente des coquilles en grande partie différentes de celles du *Falun de Leognan* et identiques à celles de la Touraine; à Sainte-Croix-du-Mont, on voit un banc puissant d'*Ostrea undata*; ailleurs, dans la partie orientale du bassin, ce dépôt coquiller marin passe à un dépôt d'eau douce; c'est la *molasse inférieure de l'Armagnac et de l'Albigeois*, ainsi que celle de Castelnaudary, qui ressemble beaucoup à celles de l'Agénais et du Fronsadais. A la partie supérieure se trouve le *calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac et de l'Albigeois*.

C'est à l'étage des Faluns qu'appartient le calcaire d'eau

douce de la célèbre butte ossifère de Sansan, près d'Auch (Gers), où M. Lartet a trouvé un si grand nombre d'ossements de Tortues, d'Oiseaux et surtout de Mammifères, tels que *Palæotherium*, *Rhinoceros*, *Sus*, *Felis*, *Viverra*, *Talpa*, etc.; mais, ce qui rend ce gisement encore plus intéressant, c'est que M. Lartet y a découvert aussi des mâchoires de quadrumanes appartenant à une espèce de singes (*Pithecus antiquus*) du groupe des Orangs-outangs.

Étage du Crag. — Synonymie : *Formation Pliocène*; *Terrain tertiaire supérieur*; *Étage subapennin*. — Les Anglais ont donné le nom de *crag* à un dépôt d'environ 10 mètres de puissance qui existe dans le comté de Suffolk. Il consiste, principalement, en une série de couches minces de sable quartzeux coloré en rougeâtre par des matières ferrugineuses. Ces sables contiennent un grand nombre de débris de mollusques peu altérés, mais qui ont pris la teinte ocreuse des matières minérales qui les recouvrent; tels sont le *Fusus contrarius*, le *Murex alveolatus*, le *Cyprea coccinelloides*, le *Voluta Lamberti*.

L'étage du Crag forme de grandes accumulations sur divers points de l'Europe. En France, une partie de la Bresse, toute la vallée du Rhône, jusqu'à la Méditerranée, en sont entièrement formées. Ce sont, d'ordinaire, des couches de poudingues et de galets avec sable quartzeux et argile limoneuse arénifère; mais le plus puissant dépôt de ce genre est celui qui constitue les collines sub-apennines qui s'étendent sur les deux versants de la chaîne des Apennins. Il est généralement formé d'argiles et de sables alternant avec des marnes et des calcaires arénifères. Ces diverses couches, qui ne présentent plus les teintes rouges du dépôt de Suffolk, contiennent un grand nombre de coquilles marines, parmi lesquelles nous citerons le *Cardium hians*, le *Panopea Aldrovandi*, le *Pecten Jacobæus*, le *Rostellaria Pespelicani*, le *Ranella marginata*, etc.

Dans le bassin de l'Aquitaine, le Crag, selon M. Raulin, est formé par le sable des landes, qui, en raison de sa grande pureté, n'est guère propre qu'à porter des pins et des bruyères. Vers l'Est, il passe à la *molasse supérieure de l'Armagnac* et de l'Albigeois, molasse dans laquelle on trouve des *Mastodontes*, des *Dinotherium* dont les dents, quelquefois colorées par l'oxyde de cuivre, donnent la turquoise osseuse ou de nouvelle roche.

L'ensemble des assises qui constituent le bassin de l'Aquitaine atteste que ces assises ont été formées dans un vaste estuaire où, pendant la succession des temps, les dépôts marins, gagnant continuellement en étendue, refoulaient de plus en plus à l'Est, vers le fond du bassin, toutes les formations exclusivement d'eau douce. D'autre part, et en même temps qu'avait lieu cette action, les nappes d'eau successives, en s'y déplaçant par degrés du N.-N.-E. au S.-S-O., s'éloignaient peu à peu du plateau central. Telles sont les principales hypothèses auxquelles s'est arrêté M. Raulin, à l'obligeance duquel nous devons d'excellents renseignements sur la constitution géognostique du bassin de l'Aquitaine.

C'est aussi à l'étage du crag que se rapportent les nombreux débris de mammifères qu'on trouve au val d'Arno supérieur, en Toscane, tels que : *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, *Mastodon angustidens*, etc. Cet étage a été également signalé dans les Pampas de Buenos-Ayres, où l'on y a découvert une multitude d'ossements de mammifères, notamment diverses espèces d'édentés appartenant à des genres perdus, tels que le *Glyptodon clavipes*, le *Mylodon robustus*, le *Megatherium*, etc. Enfin on a pu constater la présence de l'étage du crag dans diverses autres contrées, et le reconnaître jusqu'à la Nouvelle-Hollande, où l'on assure qu'il s'étend sur des surfaces d'une centaine de lieues carrées.

Dans la description des divers étages du Terrain super-

crétacé, nous n'avons point parlé des végétaux fossiles nous réservant de reproduire ici quelques paragraphe d'une intéressante thèse de botanique que M. Raulin soutenue à la Faculté des sciences de Paris. Dans ce mémoire, intitulé : *Sur la transformation de la Flore d l'Europe centrale pendant la période tertiaire*, ce géologue indique, sous forme de tableaux détaillés, tous le végétaux fossiles qui lui paraissent devoir être rapporté aux formations Éocène, Miocène et Pliocène. Puis, ne tenant compte que des familles qui ont au moins quatre représentants ou espèces dans l'une de ces trois formations, il résume son travail par le tableau suivant :

DIVISIONS ET EMBRANCHEMENTS.			FAMILLES.	TERRAIN éocène. (Étage parisien.)	TERRAIN miocène. (Molasse et Faluns)	TERRAIN pliocène. (Crag.)
1. Cryptogames amphigènes			Algues	15	5	6
			Champignons	»	2	5
2. Cryptogames acrogènes			Mousses	1	2	5
			Fougères	1	5	10
			Characées	4	5	1
3. Phanérogames monocotylédones			Nipacées	14	»	»
			Palmiers	6	11	10
			Naïades	15	5	1
4. Phanérogames dicotylédones	Angiospermes.	Gamopétales	Apocynées	»	9	»
			Ericacées	»	»	9
			Ilicinées	»	»	6
		Dialypétales.	Malvacées	10	»	»
			Acérinées	»	4	17
			Sapindacées	8	»	»
			Celtidées	1	2	8
			Platanées	»	4	»
			Laurinées	»	4	2
			Protéacées	7	1	»
			Rhamnées	»	3	11
			Papilionacées	20	7	6
			Juglandées	»	»	15
			Salicinées	»	2	13
			Quercinées	»	5	24
			Bétulinées	1	1	8
			Myricées	»	8	3
	Gymnospermes		Taxinées	»	3	10
			Cupressinées	14	3	25
			Abiétinées	2	7	39
				119	94	234

Ce tableau montre que chacune des flores Éocène, Miocène et Pliocène a été caractérisée d'une manière générale par la prédominance de végétaux particuliers.

TERRAIN D'ALLUVIONS.

Terrain de transport; Terrain récent; Période alluviale de M. Cordier.

nes enfin arrivés aux couches sédimentaires les s, celles qui forment les parties les plus super- écorce terrestre, et qui sont aussi le plus uni- répandues sur nos continents. Ces diverses riales occupent des positions relatives telles, u premier abord, les confondre; en effet, quel- s'enchevêtrent et se recouvrent réciproque- iant n'observer aucune règle de superposition ependant on a pu reconnaître d'une manière ces dépôts, généralement arénacés et incohé- ennent à deux époques bien distinctes. De là en deux étages nommés *Alluvions anciennes* et *lernes*. Les premières paraissent provenir de violentes, de causes beaucoup plus puissantes agissent de nos jours; les secondes, au con- : simplement leur origine aux actions érosives ui ont eu lieu depuis les temps historiques les

alluvions anciennes. — Synonymie : *rain d'atterrissement; Terrain de transport in quaternaire; Étage diluvien* de M. Cor- La composition des alluvions anciennes varie it selon la nature minérale des contrées qui les matériaux. En général, elles se compo- es meubles, de fragments roulés de toutes nes, mêlés à des sables, des argiles ou des couches, d'une épaisseur variable, sont pla- moins profondément au-dessous de la terre quefois même à la surface du sol. Leur prin-

cipal caractère est d'être presque toujours accompagnés d'énormes fragments de roches, à angles émoussés, nommés *blocs erratiques*, dont quelques-uns présentent des volumes considérables; il en est qui ont jusqu'à 20 mètres cubes.

Les cailloux roulés et les blocs erratiques recouvrent une grande partie de nos continents. On les rencontre sur des plateaux ou sur des montagnes si élevées, qu'il est impossible de supposer qu'aucun cours d'eau, mû par les forces actuelles les plus puissantes, ait jamais pu atteindre à de pareils niveaux; en sorte que, pour expliquer leur transport, il faut nécessairement admettre un ou plusieurs violents cataclysmes ayant produit de grands accidents d'érosion, de grands déplacements des eaux, dont les puissants courants ont dispersé ces détritus roulés à des distances et à des hauteurs plus ou moins considérables.

Ces grands accidents d'érosion, dont la véritable cause est mystérieuse, semblent résulter, en partie, du soulèvement de la chaîne principale des Alpes qui a mis fin à la formation sub-apennine. Selon divers géologues, il faut peut-être aussi y rattacher le soulèvement des Andes, soulèvement qui embrasse cet énorme bourrelet montagneux longeant la côte occidentale des deux Amériques d'une part, et se prolongeant, d'autre part, jusqu'à l'empire des Birmans, en suivant la direction d'un demi-grand cercle de la terre. En effet, ce puissant système de montagnes, offrant le trait le plus étendu, le plus tranché, le moins effacé de la configuration du globe, paraît être le résultat de la plus récente catastrophe que notre planète ait subie.

On remarque, dans la vallée de la Seine, au-dessus du niveau de la rivière, une zone d'alluvions anciennes dont la largeur atteint, sur quelques points, plus d'une lieue (Saint-Germain, Boulogne, Sablonville, etc.). En examinant avec soin ce dépôt, on reconnaît qu'il contient, non-seulement des blocs de grès provenant de l'assise de l'argile plastique des en-

virons de Montereau et des fragments de presque toutes les roches du plateau tertiaire parisien, mais encore du calcaire jurassique qui vient évidemment de la Bourgogne, et même des détritus de granite, de syénite, de porphyre et de gneiss, identiques avec ceux des montagnes du Morvan (Nièvre), d'où ils ont été charriés. Tout porte à croire que ces dépôts et leurs analogues, qu'on trouve dans le bassin de la Seine et sur beaucoup d'autres points de la France, ne sont autre chose que le résultat des derniers cataclysmes qui, en déplaçant les eaux de la mer, ont donné lieu à de grandes érosions.

Ailleurs, dans le nord de l'Europe, les blocs erratiques sont répandus par myriades. Ils forment des traînées longitudinales, affectant généralement une direction à peu près nord et sud. Ils sont ordinairement en granite, en gneiss, en porphyre, plus rarement en calcaire. En étudiant la nature minérale de ces masses enfouies souvent dans les alluvions qui nous occupent, on a pu leur reconnaître des caractères identiques à ceux des roches qui constituent les montagnes de la péninsule scandinave, et constater ainsi leur point de départ.

Dans l'Amérique septentrionale, particulièrement aux États-Unis, on a également constaté que les traînées de blocs erratiques présentent une direction à peu près nord et sud. Le rapprochement de ces faits semble indiquer l'action d'une cause puissante et générale qui, du nord, aurait transporté ces masses vers le sud, conjointement avec une grande quantité de sédiments et de fragments plus ou moins arrondis. Une remarque, due à Buffon, vient corroborer cette hypothèse. C'est qu'en général les pointes des continents sont tournées vers le sud, configuration qui indique encore l'action d'un grand courant parti du Nord, courant qui n'est peut-être pas étranger au transport des blocs erratiques, ainsi qu'au creusement de la plupart des vallées, dont la disposition générale affecte aussi une direction à peu près semblable.

Quoi qu'il en soit, le mode de transport de ces blocs e de ces masses de cailloux roulés qui couvrent surtout le parties nord de l'ancien comme du nouveau monde a été le sujet de graves discussions, où, de part et d'autre, on a conçu des hypothèses plus ou moins ingénieuses, mais dont aucune n'explique le fait d'une manière bien satisfaisante. C'est ainsi que quelques géologues pensent que les blocs erratiques ont été transportés par d'immenses bancs de glaces détachés des glaciers et poussés jusqu'à la mer où un courant du nord les portait vers le sud avec une très-grande vitesse qui leur permettait quelquefois d'entamer, de strier et même de polir, sur les côtes, la surface des roches les plus dures. Quand la fonte avait lieu, les roches, devenues libres, se précipitaient au fond des eaux sur des plaines, des vallées ou des montagnes sous-marines. Ces masses seraient restées là jusqu'à ce qu'un soulèvement ou la retraite des eaux fussent venus les mettre à sec. D'autres géologues supposent, avec M. de Humboldt, que ces blocs ont pu être charriés par un énorme courant dont l'extrême rapidité et la puissance, accrue par la masse de matières terreuses qu'il tenait en suspension, suffisaient pour vaincre l'action de la gravité sur les blocs erratiques, et les empêcher de tomber ailleurs que sur les digues qu'ils rencontraient dans leurs parcours; en sorte qu'ils pouvaient se déposer à des distances et à des hauteurs variables, selon leur volume et leur proximité du centre du courant qui les avait détachés.

Une école de géologues attribue aussi le transport de ces blocs et cailloux au glissement et au brisement d'anciens glaciers qui auraient couvert la terre sur des étendues considérables, et dont la mobilité aurait été le résultat d'un brusque changement de température.

Enfin, divers géologues, ne trouvant pas ces hypothèses suffisantes pour rendre compte d'un phénomène si général ont recours au choc, ou plutôt au passage d'une comète

dans le voisinage de la terre. L'attraction de cet astre errant, augmentant alors en raison de sa proximité, aurait déterminé sur notre globe de grands déplacements dans les eaux de la mer d'où seraient résultés d'immenses courants qui auraient détaché et entraîné, à des distances et à des hauteurs plus ou moins considérables, cette masse de matériaux divers constituant l'étage des alluvions anciennes.

C'est à ces mêmes alluvions qu'on rattache les gîtes stannifères du Cornouailles, dont le gisement originaire doit être rapporté au terrain granitique. On rapporte aussi aux alluvions anciennes les dépôts auro-platinifères qu'on exploite sur le versant occidental des monts Ourals; les dépôts si renommés du Brésil, de la Colombie, de la Californie, et enfin tous les dépôts gemmifères formés de cailloux roulés, parmi lesquels on trouve divers métaux précieux, accompagnés d'émeraudes, de topazes, de corindons et de diamants, détachés de leurs gisements originaires par l'action combinée des agents érosifs.

Les alluvions anciennes, auxquelles se rapporte une partie des dépôts ossifères de certaines cavernes, renferment une grande quantité de mammifères fossiles, dont les uns ont leurs représentants parmi les animaux actuellement vivants, tel que le *Cheval*, le *Bœuf*, l'*Auroch*, etc., mais dont plusieurs genres et un grand nombre d'espèces diffèrent plus ou moins de ceux de la nature animée. Telles sont plusieurs espèces de ***Mastodonte***, de ***Rhinocéros***, d'***Ours***, d'***Hyène***, et le ***Megalonix***, sorte de tatou géant. Parmi les débris organiques trouvés dans la vallée de la Seine, nous citerons l'***Elephas primigenius*** et le grand Élan d'Irlande (*Cervus giganteus*), espèces également perdues. C'est aux alluvions anciennes que se rapportent les remarquables dépôts ossifères des côtes de la Sibérie, où l'on a trouvé l'***Elephas*** *primigenius* ou *grand* ***Mammouth***, et le ***Rhinoceros tichorhinus***, qui, bien qu'enfermés depuis des milliers d'années dans des limons et des argiles arénacées, se trouvaient

dans un tel état de conservation, que les chiens en ont pu manger la chair, ce qui autorise à conclure que ces animaux ont été saisis par la gelée immédiatement après leur mort: et c'est dans cette condition que leur chair a pu braver si longtemps l'action désorganisatrice.

Étage des alluvions modernes. — Synonymie : *Terrain post-diluvien*; *Post-diluvium*; *Alluvions récentes et actuelles*, etc. — Ce dernier étage comprend tous les dépôts qui se sont formés depuis les traditions historiques les plus reculées, et ceux qui se forment actuellement sous nos yeux et que nous avons dû étudier au commencement de cet ouvrage, afin de saisir un fil qui pût nous guider dans l'appréciation des phénomènes aqueux de toutes les époques; aussi passerons-nous rapidement sur les alluvions récentes, en résumant toutefois les faits les plus importants qui s'y rattachent.

Cet étage présente des produits très-variés, résultant, en général, de la désagrégation de toutes sortes de roches et des éboulements que produisent les eaux, en s'infiltrant dans le sein de la terre. Dans les contrées montagneuses, au pied des escarpements et sur les rivages où la mer bat les falaises, nous voyons tous les jours se former des accumulations d'éboulis composés des débris de roches que la pluie, la gelée et les autres agents érosifs tendent sans cesse à désagréger. Souvent ces dépôts présentent des infiltrations de matière calcaire ou ferrugineuse faisant l'office d'un ciment qui, avec le temps, les solidifie, donnant ainsi naissance à des brèches ou à des poudingues, suivant que les fragments sont anguleux ou roulés.

Il existe, sur divers points, des dépôts de nature différente : ce sont des eaux marécageuses, stagnantes, où la tourbe se forme journellement avec d'autres dépôts plus ou moins boueux. Ces dépôts tourbeux et boueux, qui, au commencement de l'époque actuelle, devaient être bien plus

nombreux qu'aujourd'hui, puisque les travaux de défrichement ou d'assainissement en ont fait disparaître une grande partie, contiennent une multitude d'ossements appartenant, le plus souvent, à des espèces vivantes, et parfois, chose digne de remarque, à des espèces perdues.

D'un autre côté, comme nous l'avons déjà vu, les cours d'eau charrient et déposent des sédiments, soit sur le fond des vallées qu'ils parcourent, soit jusqu'à leur embouchure ou même jusqu'à la mer, formant ainsi des îles nouvelles plus ou moins étendues.

Ailleurs, les mers amoncellent, sur quelques points de la côte ou dans leur sein, des amas de galets, des bancs de sable, qui constituent des écueils dangereux pour la navigation. Quelquefois ces dépôts arénacés sont transportés sur les plages basses de l'Océan; là, les vents dominants s'en emparent et les poussent vers l'intérieur des terres, sous forme de traînées, de monticules de sable qu'on nomme *dunes*.

Dans certaines contrées, il se forme sur le rivage des dépôts de débris de coquilles plus ou moins arénacées, qui se solidifient à l'aide de la précipitation du carbonate de chaux que les eaux tiennent en dissolution. C'est ce qu'on voit, par exemple, sur les côtes de la Morée, de la Sicile et surtout de la Guadeloupe, où l'on a trouvé, incrusté dans un dépôt coquiller, un squelette de femme, probablement de race caraïbe. Cet intéressant squelette, dont nous donnons la figure sur notre planche, est exposé à Paris, dans la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle, où il attire un grand nombre de curieux.

Les dépôts marins les plus remarquables correspondant à cet étage sont ceux qui résultent de l'accumulation de certains mollusques vivant en familles, et surtout de polypiers de la famille des madrépores. Ces petits animaux, par leurs sécrétions calcaires et l'accumulation de leurs dépouilles, produisent d'immenses bancs ou récifs qu'on rencontre surtout en grand nombre dans les mers de la zone intertropicale.

Enfin, on rapporte aussi aux alluvions modernes les dé-pôts de tuf calcaire ou travertin, ainsi que d'autres con-crétions calcaires ou siliceuses que déposent certaines sources minérales, ou encore qui se forment par suintement dans les grottes et dans les cavernes, en produisant les stalactites et les stalagmites dont nous avons déjà parlé.

Dans les cavernes, on voit des concrétions calcaires mê-lées à des cailloux et à des limons au milieu desquels gisent des accumulations d'ossements de mammifères, la plupart carnassiers, et dont plusieurs appartiennent à des espèces perdues. Ces animaux faisaient sans doute leur demeure de ces retraites souterraines, comme semblent le prouver les masses d'*album græcum* qu'on y trouve, et qui ne sont que le produit de leurs déjections. On remarque aussi dans ces cavernes, d'autres débris d'animaux, qui, proba-blement, servaient de proie aux premiers; car on y a trouvé des os rongés et entamés sur lesquels on distingue parfaite-ment les traces non équivoques de dents d'animaux carnas-siers. Plusieurs cavernes ont offert, mêlés à des débris d'a-nimaux d'espèces perdues, des ossements humains et des fragments de poteries. M. Desnoyers et divers autres géolo-gues considèrent cette singulière association comme le résul-tat de plusieurs causes fortuites, non simultanées, postérieu-res au comblement de la plus grande partie des cavernes.

La plupart de ces ossements, en général bien conservés, appartiennent, comme ceux des tourbières, à des animaux actuellement vivants; mais quelques espèces n'ayant plus leurs analogues sur la terre, on est autorisé à penser que ces masses ossifères ont dû être remaniées avec des dé-pôts plus anciens. Toujours est-il, et cette particularité est remarquable, que, parmi ces débris organiques, on a pu re-connaître des ossements humains et des fragments de pote-rie, grossiers produits de l'industrie des premiers hommes.

Ici finit la description des terrains successivement formés par la voie aqueuse. Nous avons cherché à mettre en relief

les traits les plus saillants de chacun des étages qui les composent. Pour compléter ce précis géognostique, il ne nous reste plus qu'à faire, suivant un ordre chronologique, la description succincte des principaux produits ignés, qui, à toutes les époques, sont sortis de la masse centrale, en traversant les terrains stratifiés qu'ils ont souvent bouleversés et sur lesquels ils sont quelquefois venus s'épancher.

SECTION III.

TERRAINS D'ÉPANCHEMENT ET D'ÉRUPTION.

Synonymie : *Terrains pyrogènes*; *Terrains plutoniques*; *Terrains d'origine ignée*; comprenant les Terrains *granitique*, *pyroïde* ou *volcanique* de divers géologues, etc.

Ainsi que nous l'avons énoncé, les roches qui constituent ces terrains se trouvent mêlées ou intercalées avec les masses stratifiées de toutes les époques et particulièrement des époques anciennes. Elles portent tous les caractères de roches émanées du sein de la terre à l'état de fusion ignée On les trouve enclavées dans le sol primitif et dans les terrains sédimentaires, soit sous la forme d'amas transversaux formés par injection à travers les fentes provenant des dislocations de l'écorce terrestre, soit en accumulations indépendantes, résultant d'éruptions plus ou moins répétées à la surface.

L'aspect et la texture de ces roches sont très-variables. Ces différences paraissent résulter de l'absence ou de la présence d'un certain nombre d'éléments composants, comme aussi des circonstances diverses qui ont présidé à leur refroidissement; aussi voit-on quelquefois la même roche, pour peu qu'elle ait quelque étendue, présenter des variétés d'aspect et de composition auxquelles on serait tenté d'assigner des noms différents, si, au lieu de s'occuper de la masse entière, on portait son attention seulement sur quelques-

unes de ses parties. Quant à l'âge de ces mêmes roches, il est souvent très-difficile de le déterminer avec précision. En effet, les produits ignés ne peuvent pas être aussi rigoureusement classés que les produits aqueux ; car la stratification et les fossiles, bases de la classification sédimentaire, n'existent pas dans la presque totalité des matières ignées. Cependant, comme ces matières correspondent à des époques distinctes des terrains sédimentaires qu'elles ont traversés, et qu'elles présentent, d'ailleurs, des caractères minéralogiques qui leur sont propres, on a pu établir leur ordre d'ancienneté d'une manière positive, bien que générale.

Les limites de notre cadre ne nous permettent pas de donner ici une description détaillée des principales roches d'épanchement et d'éruption ; aussi, à l'exemple de plusieurs géologues, les réunirons-nous en quatre groupes distincts qui sont, d'après leur ordre chronologique, les terrains *granitoïde*, *porphyroïde*, *trachyto-basaltique*, et *lavique* ou *volcanique* proprement dit.

TERRAIN GRANITOÏDE.

Ce groupe, caractérisé surtout par la prédominance du granite et par la texture granitoïde, comprend aussi des syénites, des diorites, des pegmatites, etc. Toutes ces roches constituent des enclaves ou amas transversaux coupant les plans de stratification des assises du terrain primitif, à la partie supérieure duquel on les voit souvent affleurer; quelquefois même elles se prolongent assez avant dans les anciens terrains sédimentaires. En général, elles se présentent dans de larges fissures plus ou moins étendues, fissures par lesquelles s'est épanchée la matière liquide et incandescente qui en a rempli les intervalles.

Le *Granite*, composé de feldspath, de quartz et de mica, est la roche la plus abondante qu'aient produit les épanchements des premiers âges. Outre les montagnes et plateaux considérables qu'il forme à la surface du terrain primitif, il

se présente en énormes filons ou dykes traversant quelques anciens terrains sédimentaires, ce qui indique qu'il est sorti à différentes époques. A raison de son ancienneté et de son étendue, qui va quelquefois jusqu'à 30 et même 40 lieues carrées, le granite a éprouvé de nombreuses dislocations. Ce fait est très-évident, en présence des nombreux filons qui le traversent, et dont la nature diverse et la formation postérieure peuvent, en quelque sorte, retracer l'histoire, et indiquer l'âge de ces dislocations. Ces filons, qui s'entrecoupent souvent, sont stannifères, cuivreux, plombifères, etc.

La *Syénite* est, après le granite, la roche la plus importante du terrain qui nous occupe ; elle présente des variétés de composition qui la font changer d'aspect ; et, comme le granite, elle constitue des enclaves considérables. A Syène, en Égypte, elle forme, transversalement à la direction du Nil, une bande qui s'étend de l'Est à l'Ouest, sur une soixantaine de lieues. La syénite est moins susceptible de décomposition que le granite, et l'on remarque qu'elle ne contient pas de filons métallifères.

Les autres roches du terrain granitoïde ont bien moins d'importance que le granite et la syénite : ce sont principalement des *Pegmatites* et des *Diorites*, formant aussi des amas transversaux. La première est, en quelque sorte, un granite sans mica ; c'est dans son sein qu'existent les cristaux les plus volumineux que l'on connaisse. Les grandes lames de mica de Sibérie, dont les paysans russes se servent quelquefois pour vitrer les fenêtres de leurs cabanes, et qu'on emploie, dans quelques contrées du Nord, pour le vitrage des vaisseaux, se trouvent au contact de la pegmatite. Le magnifique cristal de quartz hyalin exposé à l'entrée de la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris provient également de cette roche.

Les pegmatites offrent un curieux phénomène d'altération dont la cause est encore peu connue : elles se décomposent par place jusqu'à une très-grande profondeur, sans

que les parties encaissantes participent à cette décomposition. C'est à cette particularité qu'est dû le *Kaolin, ou terre à porcelaine*.

Quant à la *Diorite*, elle diffère du granite en ce que le quartz et le mica y sont remplacés par l'amphibole. Cette roche est généralement à petits grains, présentant, parfois, dans l'agrégation de ses molécules, un genre particulier de cristallisation, comme dans la *Diorite orbiculaire de Corse*, formée d'une pâte de diorite contenant des orbicules à couches concentriques alternativement composées de feldspath et d'amphibole. On cite encore, comme appartenant au terrain granitoïde, des amas de *Kersanton* qu'on trouve principalement en Bretagne ; enfin des *Sélagites*, des *Fraidronites*, etc., qu'on rencontre en diverses contrées. Ces dernières roches, moins répandues que les autres, forment des enclaves peu considérables sur quelques points du terrain primitif.

Nous n'insisterons pas davantage sur l'analogie évidente qui existe entre ces différentes roches granitoïdes et qui leur assigne une origine commune. Il suffit de voir les fissures qu'elles ont comblées, fissures qui se prolongent indéfiniment en profondeur, pour demeurer convaincu que ces masses cristallines sont sorties, à diverses époques, du foyer central.

Le terrain granitoïde se montre à la surface du sol, dans la plupart des pays accidentés et montagneux. On le voit dans certaines parties des Pyrénées, des Alpes, en Bretagne, dans les Vosges, en Auvergne, dans le Limousin, le Vivarais, etc. Il se présente abondamment en Saxe, en Silésie, en Bohême, dans la Scandinavie, sur un grand nombre de points de l'Afrique, de l'Amérique, et surtout de l'Asie. Les chaînes de montagnes qu'il constitue sont souvent très-élevées. Elles ont généralement une forme arrondie ; mais on en voit à pointes aiguës, ou aiguilles à arêtes tranchantes, qui, s'élançant de leurs sommets, semblent quelquefois se perdre dans les nues.

TERRAIN PORPHYROÏDE.

r, assez répandu dans la nature, comprend,
récédent, plusieurs roches différentes, parmi
minent les porphyres. L'état actuel des con-
éognostiques ne permettant pas d'établir des
onologiques bien rigoureuses sur l'apparition
es roches, nous dirons seulement, d'une ma-
e, qu'elles ont commencé à s'épancher posté-
la formation du terrain primitif, et que les en-
ersaux ou produits éruptifs qu'elles ont formés
ins sédimentaires appartiennent surtout aux
ienne, dévonienne et carbonifère.
res sont très-variés de composition et d'as-
ent les uns aux autres par des nuances presque
ien que tous sortis du foyer central, ils présen-
Cordier, deux modes différents de formation :
lus anciens, résultent des épanchements qui
la suite des dislocations générales ou locales,
autres paraissent être le produit d'éruptions
nalogues aux éruptions actuelles; aussi au-
onsidérer dorénavant deux sortes de produits
ux d'épanchement, sortis à travers les fissures
restre ; et ceux d'éruption, amenés à la sur-
rmédiaire de cheminées volcaniques. Ces der-
t plus d'importance à mesure qu'augmente la
l'écorce terrestre. Les autres, au contraire,
aître à l'époque de la formation du terrain su-
, s'ils se montrent encore, ils ne forment plus
résultant de ce que les laves, au lieu de mon-
surface, se sont épanchées souterrainement
ures. Quelquefois, cependant, divers amas
issent dans l'esprit un doute à cet égard ; car
anique ayant été, en partie, démantelé ou
détruit, il ne reste plus que des lambeaux

dont le mode de formation devient difficile à déterminer.

Les produits du terrain porphyroïde sont principalement des *Porphyres pétrosiliceux, syénitiques, protoginiques* et *pyroxéniques*; des *Diorites*, des *Syénites zirconiennes* (Norwége), des *Pyromérides* (Corse) et des roches pyroxéniques nommées *Lherzolite*, *Ophitone*, *Ophite* et *Mimosite*.

Le terrain porphyrique proprement dit est généralement considéré comme ne remontant pas, dans l'échelle géognostique, plus haut que le terrain carbonifère; néanmoins, divers dépôts pyrogènes, sortis un peu plus tard du foyer central, se rattachent à la formation porphyrique et en sont en quelque sorte un appendice. Ces dépôts contiennent encore exceptionnellement quelques roches porphyriques, mais qui n'offrent plus la même importance: car, pendant les périodes permiène, triasique et jurassique il ne s'est formé que des produits pyrogènes d'une médiocre étendue. Ce sont surtout des *Porphyres dioritiques*, des *Leucostites*, des *Mimosites*, etc. La période crétacée, au contraire, paraît avoir été terminée par des éruptions volcaniques à peu près semblables aux éruptions actuelles et par de nombreux épanchements qui se sont fait jour par les fissures de l'écorce terrestre. Dans le midi de la France, le terrain crétacé présente de grandes intercalations de roches amphiboliques, telles que *Diorite*, *Amphibolite* et *Porphyre dioritique*. Ailleurs, c'est le système pyroxénique qui domine; il consiste en *Mimosite* et en *Porphyre pyroxénique*. En Hongrie, c'est un système de trachytes, différant des trachytes ordinaires par la présence de l'élément quartzeux ou siliceux. Enfin, diverses roches analogues se montrent aussi en Saxe, où elles sont représentées par des *Rétinites*.

Le terrain porphyroïde contient diverses substances métallifères. On y trouve du mercure, du manganèse, de l'aimant, des sulfures de fer et divers oxydes de ce métal. L'or et l'argent s'y rencontrent également, et l'on sait que

ortants de ces deux métaux précieux existent
rmation au Mexique, en Transylvanie, et en

les roches porphyriques percent sur divers
lles ne se présentent avec quelque abondance
artie N.-E. du plateau central et dans quelques
li de la France.
spect du sol, la plupart des montagnes por-
ectent une forme conique. Dans les Vosges,
)00 à 1500 mètres de hauteur ; ailleurs elles
noins élevées et offrent, presque toujours, sur
des dépressions considérables. Au reste, le
roïde se rencontre si fréquemment dans la na-
it oiseux d'entreprendre ici une énumération,
le, des lieux où il existe. On le trouve mêlé,
nodes de gisement possibles, avec les forma-
nes qui lui correspondent ; tantôt ses diverses
njectées ou intercalées entre les couches sé-
ur des étendues considérables; tantôt elles con-
imes de collines ou de montagnes. D'autres
résentent à l'état de filons ou de dykes ; enfin
aussi, à la surface, des amas ou des plateaux
comme dans quelques parties de l'Allemagne.

RAIN TRACHYTO-BASALTIQUE.

de ce groupe résultent d'éruptions volcani-
ı lieu pendant la période supercrétacée. Les
résentent ces dépôts ont une texture cristalline
ıte que celles des groupes précédents. Elles
iviser en trois systèmes minéralogiquement

ne présente que des roches feldspathiques

ı'offre que des roches à base pyroxénique (*Ba-*

Le troisième est mixte, c'est-à-dire composé de roches à la fois feldspathiques et pyroxéniques.

Le type du *système feldspathique* ou *trachytique* se montre principalement aux monts Euganéens, dans le Siebengebirge, en Auvergne, dans le Vivarais, etc.; il est composé de ***Trachyte***, de ***Porphyre trachytique*** (***Leucostite***), de ***Phonolite***, de ***Ponce***, de ***Rétinite***, d'***Obsidienne***, de ***Conglomérats trachytiques***, de *cendre leucostinique*, de ***Trass***, etc. Ces roches forment des dykes, des filons et surtout des coulées d'une certaine épaisseur, circonstance indiquant que, lors de leur sortie, elles se trouvaient dans un certain état pâteux et consistant qui ne leur a pas permis de s'étendre aussi loin que d'autres coulées du même âge et de nature différente. Aussi les roches trachytiques présentent-elles des ondulations, des aspérités, sur les pentes où elles se sont déversées.

La plupart des volcans éteints ou en activité sont établis sur des massifs trachytiques, comme dans le centre de la France, aux îles du Cap Vert, et surtout en Amérique, dans la grande chaîne des Andes. Les roches trachytiques constituent aussi des masses considérables dans beaucoup d'autres contrées volcaniques. Elles se présentent quelquefois sous forme de plateaux, mais plus particulièrement sous forme de montagnes coniques souvent très-élevées. On considère, en général, le trachyte comme ayant précédé la formation des roches basaltiques.

Le *système pyroxénique* ou *basaltique* est caractérisé par le ***Basalte***, le ***Basanite***, la ***Mimosite***, la ***Dolérite***, l'***Amphigénite***, la ***Péridotite***, les ***Scories***, les ***Wackes***, les ***Tufa***, etc. Les couches que forment les roches basaltiques, ayant plus d'étendue que celles des roches trachytiques, paraissent avoir joui d'une plus grande fluidité qui leur permettait de s'étendre avec moins d'épaisseur. Le système basaltique se présente en France dans les départements de l'Aveyron, du Cantal et de l'Ardèche; il se montre en Saxe, en Bohême,



:, et surtout aux îles Hébrides (en Écosse), où
s l'île de Staffa, la célèbre colonnade prisma-
ɘment appelée *grotte de Fingal*. Le système
montre aussi en Irlande, à Antrim, localité
chaussée des géants.

e prismatique à trois, quatre, cinq, six, sept
qu'affectent presque constamment les masses
araît provenir du retrait de la matière produit
ssement. On retrouve cette structure partout,
ées, comme dans les dykes et dans les filons.
ıgonale est la plus commune, et celle de 4 cô-
ɘ. Ces prismes s'élèvent jusqu'à 25 ou 30 mè-
n diamètre variable de 5 à 40 centimètres.
nt, ils sont perpendiculaires et articulés par
me de véritables colonnes d'architecture.

ıs utile d'ajouter que la structure prismatique
ment propre aux roches basaltiques; en effet,
ɘs trachytiques d'Islande présentent la même
ı'elles doivent, sans doute aussi, au retrait
ɔendant son refroidissement.

stème mixte (feldspathique et pyroxénique),
ment plus répandu que les deux autres; et,
ente diverses irrégularités, on a pu constater
culièrement aux extrémités de ce système
es roches ou laves pyroxéniques, et vers
e rencontrent les roches feldspathiques qui,
r état plus consistant, n'ont pu couler aussi
ɘmières. On voit de beaux exemples de cette
énériffe, au Puy-de-Dôme, au Mont-Dore et
ıutres contrées.

ıutile de rappeler ici que, dans le voisinage
gènes, les roches sédimentaires offrent quel-
ɔes visibles d'altération, et, par suite, pré-
ɛct différent de leur état habituel. Certains
ntact avec les basaltes ont pris ainsi une

texture plus ou moins cristalline; la houille, dans des circonstances analogues, perd son bitume et passe à l'anthracite; les grès sont crevassés et affectent quelquefois un aspect vitreux; d'autres roches, enfin, se trouvent plus ou moins métamorphosées. Mais ces sortes d'altérations ne se présentent point au contact de toutes les masses pyrogènes; car on voit souvent des produits d'origine aqueuse toucher immédiatement aux produits d'origine ignée, sans offrir pour cela la moindre trace d'altération qui, d'ailleurs, ne paraît avoir eu lieu que sur une échelle très-limitée.

Il est probable que les nombreux dépôts d'éruptions volcaniques de la période supercrétacée ont perdu en partie leur forme primitive, démantelés qu'ils ont été par le grand cataclysme diluvien. Aussi, la plupart des roches pyrogènes de cette époque se présentent-elles sous forme de fragments, de scories, de cendres ou de déjections incohérentes, souvent consolidées par un ciment postérieur qui les a converties en conglomérats.

Sur les points où ces matières sont meubles, on trouve quelquefois, accidentellement, des débris organiques appartenant à l'*Elephas primigenius*, au *Rhinoceros tichorinus*, etc. Sans doute que ces animaux ou leurs débris ont été saisis, enveloppés par des produits pulvérulents, que, dans quelques circonstances, les volcans projettent fort loin et en quantité considérable. On trouve ces restes organiques d'espèces perdues en Auvergne, au Mont-Dore, dans le prolongement des Apennins, etc.; mais, jusqu'ici, on n'y a reconnu d'une manière évidente aucun indice ou débris de l'industrie humaine; ce qui s'accorde parfaitement avec ce que nous avons appris en étudiant les terrains sédimentaires qui correspondent à cette époque.

TERRAIN LAVIQUE OU VOLCANIQUE PROPREMENT DIT.

Ces noms sont généralement consacrés pour désigner l'ensemble des dépôts volcaniques résultant des éruptions

survenues depuis le commencement de l'époque actuelle ou historique, jusqu'à nos jours. Ce groupe pyrogène moderne ne présente, en général, aucun caractère particulier qui le distingue du terrain précédent. Les matières qui le composent sont absolument semblables aux matières rejetées à la surface durant la période supercrétacée, avec cette différence que le temps et les circonstances n'ayant pas permis aux infiltrations minérales d'agir sur ces produits récents, comme sur les produits volcaniques plus anciens, il en est résulté que les dépôts récents diffèrent des dépôts anciens par l'absence presque complète de minéraux accidentels. D'autre part, les éléments meubles des produits volcaniques récents n'ont pu être désagrégés et reconsolidés ensuite par un ciment quelconque, comme il est arrivé aux matières volcaniques de la période précédente. Abstraction faite de ces circonstances, le terrain lavique est représenté par les mêmes roches feldspathiques, basaltiques, péridotiques et vitreuses, qu'on trouve dans le terrain trachito-basaltique.

Il importe de remarquer ici que les roches volcaniques de la période supercrétacée sont le résultat d'éruptions considérables, et que les phénomènes qui les produisaient étaient à la fois plus généraux et plus puissants que ceux de l'époque actuelle. Il résulte de cette observation, bien constatée, que la cause qui préside à l'émission des matières incandescentes a perdu et perd encore chaque jour de son importance ; car, depuis le commencement de notre période, la moitié au moins de ses volcans se sont éteints.

Nous n'en dirons pas davantage sur le terrain lavique, dont nous avons déjà fait connaître les particularités les plus importantes, en nous occupant des volcans et de leurs effets. Au reste, les produits volcaniques modernes ne diffèrent de ceux de l'époque précédente que par le caractère chronologique qui les sépare, et parce qu'ils renferment quelquefois des débris de l'industrie humaine, conjointement

avec les dépouilles d'animaux divers appartenant aux e
pèces actuellement vivantes.

En résumant, en peu de mots, les faits capitaux des te
rains ignés sortis du foyer central au travers de l'écorc
consolidée, nous voyons que, depuis l'époque la plus re
culée jusqu'à nos jours, il y a eu continuité dans l'émissio
de matières fluides et incandescentes; que cette émissio
s'est faite d'abord par épanchements, ensuite par éruptions
qu'elle a été plus fréquente et plus considérable aux épo
ques anciennes qu'aux époques modernes; que les produit
ignés ont eu, dès les premiers temps, une plus grande forc
de cristallisation que ceux des derniers temps, et qu'enfin
plus on approche de l'époque actuelle, et plus la puissanc
qui préside aux phénomènes éruptifs se restreint et s'a
moindrit; en sorte que les laves qui surgissent actuellemen
à la surface de la terre se trouvent, pour ainsi dire, isolée
et comme étrangères au sol qui les reçoit.

Nous terminons ici ce précis géologique, dégagé, autan
que possible, des détails secondaires et des formules abs-
traites. Le peu que nous avons dit suffira pour l'intelligenc
de ce qui nous reste à dire sur l'origine, les caractères e
l'exploitation des substances minérales utilisées dans le
arts et en agriculture; aussi bien avons-nous hâte d'abor-
der le champ vaste et positif des applications, objet prin-
cipal de cet ouvrage.



DEUXIÈME PARTIE.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE AUX ARTS.

Généralités.

Des matières minérales utiles ; leur division en quatre grandes séries.

L'étude de la géologie, en soulevant un coin du voile qui nous dérobe l'histoire de notre planète, depuis sa création jusqu'à l'apparition de l'homme, fait naître dans l'esprit du penseur un profond recueillement. La connaissance des lois qui ont présidé à la formation de l'écorce du globe; celle, plus intéressante encore, de l'apparition chronologique des êtres divers qui ont habité la terre, provoquent assez de méditations philosophiques pour satisfaire les esprits sérieux. Mais pour la multitude ces découvertes sublimes seraient en quelque sorte stériles, si elles ne donnaient lieu à des applications générales et utiles. La plupart des hommes apprécient surtout les sciences par leur côté d'utilité publique; aussi recherchent-ils avec plus d'empressement celles qui se rattachent au développement des arts et de l'agriculture, source féconde et multiple d'où jaillissent à la fois et le bien-être matériel des peuples et la moralité qui en est la conséquence.

Parmi les sciences douées d'un caractère saillant d'utilité publique, la géologie se place au premier rang ; en effet, elle nous guide dans ce vaste dédale de couches minérales qui se sont succédé à toutes les époques, et dans lesquelles nous avons besoin de fouiller pour en extraire un très-grand nombre de substances de première nécessité ; elle nous fait connaître la nature, le mode de formation, le gisement et l'emploi d'une foule de matières que réclament impérieusement les besoins de l'humanité.

Dans la première partie de cet ouvrage, nous avons passé en revue l'ensemble des couches minérales constituant l'écorce terrestre et les phénomènes qui ont présidé à leur formation. Il importe maintenant d'étudier séparément la nature des matériaux utiles renfermés dans cette écorce, et d'en connaître les applications plus ou moins immédiates. Comme tout le monde le sait, c'est dans le sol que gisent, à diverses profondeurs, les substances d'où l'on retire les métaux ; d'où l'on extrait la plupart de nos matériaux de constructions ; les marbres, l'albâtre, le porphyre, employés pour les décorations ; la houille, source inépuisable de chaleur et de lumière, et qui imprime aux manufactures et au commerce un mouvement si prodigieux ; le calcaire, avec lequel on fait la chaux ; le gypse, qui produit le plâtre ; les marnes, si nécessaires à l'amendement des terres ; les argiles, indispensables aux arts céramiques. C'est du sol que sortent toutes ces pierres propres à moudre les grains, à polir, tailler, aiguiser les nombreux outils qui forment l'arsenal industriel de l'homme : et ces autres pierres non moins utiles employées au pavage, au dallage et à la couverture des édifices ; enfin, c'est du sol qu'on tire ces brillants cristaux auxquels on a donné le nom de *pierres précieuses*, à cause de leur rareté et de leur éclat, gemmes éblouissantes, aux couleurs variées, qu'on dirait plutôt tombées des régions lumineuses que tirées des entrailles obscures de la terre.

Ainsi qu'on le voit, par ce simple aperçu, les substances minérales fournissent à l'économie domestique tant de secours, à l'industrie tant de matières premières, à l'agriculture tant de ressources, aux arts, enfin, tant de riches matériaux, qu'il est très-important d'étudier séparément chacune de ces substances, afin de mieux saisir les diverses particularités qui se rattachent à leur histoire. Tel est le but que nous nous proposons d'atteindre dans cette seconde partie de notre ouvrage.

Afin d'éviter la monotonie des répétitions inutiles, comme aussi pour donner à notre plan plus de simplicité et de concision, nous réunirons tous les usages de chaque substance dans un seul et même article. Quant au classement des matières, nous ne saurions adopter la classification minéralogique, attendu que les seules substances utiles doivent trouver leur place ici. Nous continuerons donc à suivre, pour les roches, l'ordre géologique, fondé sur l'ancienneté relative des dépôts et sur leur origine ignée ou sédimentaire. En procédant ainsi, notre description des roches convient d'autant mieux au caractère élémentaire de cet ouvrage, qu'elle se lie étroitement à sa partie géognostique, en fait ressortir les détails, et en devient le développement sous une autre forme.

Quant aux matières minérales qui ne constituent pas des masses assez considérables pour recevoir le nom de roches, nous classerons les espèces non métallifères suivant leur composition, tout en nous réservant à cet égard une certaine latitude. Les espèces métallifères qui suivront seront placées selon l'importance et l'utilité des métaux qu'on en extrait. Nous n'ignorons pas tout ce qu'une pareille méthode de classification présente d'imparfait sous le rapport scientifique ; mais elle ne saurait avoir ici aucun inconvénient. En effet, ce n'est point la description tout entière du règne minéral que nous prétendons faire ; les limites de notre cadre ne comportent pas de si hautes prétentions. Nous nous proposons seulement, comme nous

l'avons déjà fait pressentir, d'esquisser successivement l'histoire de chacune des substances utiles que renferme l'écorce terrestre, histoire qui en donne à la fois la description, la composition, le gisement, l'exploitation, quand elle exige des travaux particuliers, et enfin les différentes applications.

Nous divisons ce travail en quatre séries ou chapitres:

Le premier chapitre comprend les roches d'origine ignée, dont l'application immédiate est plus ou moins générale;

Le deuxième embrasse les roches d'origine sédimentaire, utilisées dans les arts, soit en nature, soit à divers états.

Le troisième a pour objet les espèces minérales non métallifères dont l'importance en géologie n'est pas assez grande pour constituer des roches proprement dites, mais dont l'application dans les arts n'en est pas moins utile à connaître.

Le quatrième, enfin, s'occupe des espèces minérales métallifères, c'est-à-dire des minerais qui fournissent à l'industrie les métaux dont elle a besoin. Dans cette dernière série, nous résumerons les travaux les plus importants de l'exploitation des mines, ainsi que les principales opérations métallurgiques auxquelles on a recours pour obtenir chaque métal à l'état de pureté.

Ces quatre divisions formeront ainsi une minéralogie industrielle de première nécessité, d'une facilité élémentaire et qui, nous l'espérons, ne sera pas entièrement dépourvue d'intérêt.

CHAPITRE PREMIER.

—

Des roches utiles, d'origine ignée.

GRANITE, SYÉNITE, PEGMATITE.

Parmi les roches d'origine ignée susceptibles d'application, le *Granite* se place au premier rang. Nous savons que cette roche et ses congénères sont sorties à diverses époques du foyer central, au travers des dépôts stratifiés, et que c'est particulièrement dans le terrain primitif qu'elles forment des masses considérables. Non-seulement le granite constitue des amas, des enclaves transversaux et des chaînes de montagnes plus ou moins élevées; mais il existe sans doute aussi, en masses très-puissantes, dans le sein de la terre, à la base du terrain primitif.

Le granite se compose de cristaux, de feldspath, de quartz et de mica, à peu près également disséminés. Le feldspath y est, le plus souvent, l'élément dominant, et va jusqu'à former les deux tiers de la masse. La couleur du granite est variable, car les éléments qui le composent sont sujets à s'y montrer sous des teintes diverses; néanmoins sa nuance est, le plus souvent, grise, rose, ou rougeâtre. C'est au quartz et au feldspath que les granites doivent leur dureté. Quant à leur solidité, elle dépend de la manière dont les cristaux sont agrégés entre eux, et l'on remarque que cette solidité est d'autant plus grande que ces mêmes cristaux sont plus petits et plus serrés.

Le granite est justement considéré comme la pierre monumentale par excellence; c'est du moins, dans certaines variétés, la plus inaltérable de toutes celles qu'on puisse

mettre en œuvre pour les constructions. Il prend un assez beau poli et conserve pendant fort longtemps la vivacité des angles. Comme cette roche se montre en masses énormes non stratifiées, et qu'elle ne présente, par conséquent, ni joints, ni délits, on peut y tailler des blocs qui n'ont d'autres limites que celles que les forces humaines peuvent employer pour les déplacer.

L'exploitation du granite offre de grandes difficultés, qu'on ne peut vaincre qu'à l'aide de la poudre. Les difficultés sont plus grandes encore lorsqu'on veut obtenir des blocs monumentaux. On emploie alors, pour les dégager, la méthode des entailles; après quoi, l'on parvient à les détacher au moyen de rainures profondes entre lesquelles on chasse des coins de bois que l'on mouille quand ils sont bien enfoncés; alors le bois gonfle par l'absorption de l'eau, et peu à peu la masse se fend. En continuant à chasser de nouveaux coins bien secs et à les mouiller au fur et à mesure qu'ils sont convenablement enfoncés, on fait éclater ainsi les roches les plus dures et les plus compactes. Cette méthode d'exploitation devait être aussi celle des anciens, car on en voit encore les traces dans les carrières voisines du Nil. C'est là que les Égyptiens détachaient les blocs de syénite et de granite qui ont servi à exécuter ces statues colossales, ces sphinx mystérieux, ces monolithes qui ont fait l'admiration de tous les siècles.

Mais tous les granites n'ont pas la même texture, la même proportion dans leurs éléments constituants, et certaines variétés ne sauraient être employées avec succès pour des constructions monumentales. Il en est à pâte grossière, d'un grain peu serré, qui se désagrégent assez facilement. C'est toujours par l'altération du feldspath qu'ils se décomposent peu à peu et finissent par s'égrener. Le mica et surtout le quartz sont, au contraire, en quelque sorte indestructibles; aussi rencontre-t-on ces deux minéraux, alors même qu'ils sont réduits en poussière par les agents érosifs, dans un état

complet de conservation. Ce sont donc les granites dont la pâte homogène présente le plus de quartz et de mica, ceux dont les grains sont plus fins, plus serrés, qu'on doit choisir de préférence, comme matériaux d'une solidité à toute épreuve.

Le granite fournit, en général, d'excellentes pierres d'appareils. On en fait de grandes auges, des bornes, des revêtements de trottoirs. Dans quelques contrées, on l'emploie à l'empierrement des grandes routes; dans d'autres, on le réserve pour les constructions auxquelles on veut donner autant de solidité que de durée. Les Chinois ont construit en granite les tours de leur fameuse muraille. La plus peuplée, comme la plus belle ville de l'Amérique méridionale, Rio-Janeiro, est presque entièrement bâtie avec un beau granite gris, dont les carrières existent sur divers points de la ville elle-même. En France, Rennes, Lorient, Limoges, Cherbourg et plusieurs autres villes n'emploient que le granite comme pierre d'appareil.

Les plus belles exploitations de granite sont dans le nord de l'Europe; la Suède et la Norwége en exportent jusqu'en Hollande. L'Écosse et l'Angleterre en possèdent d'immenses carrières. Celles de la France existent particulièrement dans les Vosges, en Bretagne, en Normandie, dans le Bourbonnais et le Limousin. Mais la plupart de ces carrières, étant situées dans des contrées accidentées et peu accessibles, il en résulte que le granite revient quelquefois à un prix assez élevé, à raison de son transport et de la difficulté de son extraction ; aussi cette roche n'est-elle réellement employée en grand que sur les lieux mêmes de son gisement.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que du granite proprement dit; il importe de remarquer que cette roche passe souvent à d'autres roches, qui portent bien encore vulgairement le même nom, mais que les géologues désignent autrement, parce que la composition n'en est plus la même. Parmi ces variétés de roches granitoïdes dont l'application est générale, nous citerons la syénite et la pegmatite.

La *Syénite* est essentiellement composée de feldspath et d'amphibole, auxquels se joignent quelquefois le quartz et une petite proportion de mica noir. Elle forme des enclaves et des amas transversaux dans le terrain primitif. Cette roche, peu susceptible de désagrégation, est en quelque sorte indestructible.

La syénite sert, en général, aux mêmes usages que le granite; et, comme elle contient peu ou point de mica, il en résulte qu'elle prend un plus beau poli; aussi est-elle particulièrement réservée pour les monuments, surtout pour les objets de luxe, d'ornement. La syénite offre son type le plus parfait en Égypte, dans la partie supérieure du Nil. On la désigne vulgairement sous le nom de granite rouge. C'est avec cette belle substance qu'ont été construits, par les anciens, un grand nombre de monuments qui remontent à la plus haute antiquité, tels que des statues, des sphinx, des colonnes qui ornent aujourd'hui la plupart des musées d'Europe. Le piédestal en forme de rocher de la statue de Pierre le Grand, à Saint-Pétersbourg, est aussi en syénite. Cette masse imposante, du poids de 800,000 kilogrammes, a été extraite d'un point éloigné de 36 kilomètres de la moderne capitale des Czars. Le transport de ce bloc erratique présenta de si grandes difficultés, que, les boulets de fonte s'étant écrasés sous un si grand poids, on eut recours à des boulets de bronze. C'est également une belle syénite, provenant de la Corse, qui revêt le soubassement de la colonne Napoléonienne de la place Vendôme, monument impérissable, comme la mémoire du grand homme qui l'érigea. Enfin, l'obélisque de Louqsor, monolithe égyptien, qui repose sur un bloc de beau granite de Bretagne, est en syénite rose des carrières de la ville de Syène, en Égypte, d'où vient le nom de cette belle variété de roches granitoïdes.

Quant à la *Pegmatite*, sa composition n'offre, en général, que du feldspath associé à du quartz. C'est, en quelque sorte,



un granite sans mica. Le quartz s'y présente quelquefois en cristaux allongés et comme fichés dans la matière feldspathique (*pegmatite graphique*). On rencontre la pegmatite sous deux états différents, dans le terrain primitif: elle est tantôt en couches stratiformes et tantôt sans délit ou non stratifiée, formant alors des filons et des amas transversaux.

La pegmatite est employée dans les arts; mais elle est loin de valoir, pour la solidité, les autres roches granitoïdes. Elle s'altère facilement à raison de la grande quantité de feldspath lamellaire qui entre dans sa composition et qui se désagrége ou se décompose par l'action prolongée des agents atmosphériques. En revanche, c'est à cette circonstance qu'est due l'utilité de la pegmatite dans une branche importante de l'industrie; car le kaolin, ou l'argile blanche, résultat de cette décomposition, sert à la fabrication de la porcelaine, ainsi qu'il en sera fait mention aux argiles.

On peut dire, en général, que la plupart des variétés de roches granitoïdes ne sont utilisées en grand dans les constructions qu'à défaut d'autres matériaux, et encore, lorsqu'on y est forcé, choisit-on de préférence celles qui se laissent tailler plus facilement, sans avoir égard aux qualités résultant de la nuance des grains et du poli; mais, lorsqu'on veut construire des monuments impérissables, on ne saurait apporter trop d'attention à choisir les roches granitoïdes dont la pâte inaltérable est susceptible de conserver la pureté des contours et la vivacité des arêtes.

D'un aveu unanime, les granites sont particulièrement les roches à l'aide desquelles les hommes peuvent, en dépit du temps, communiquer le plus sûrement avec la postérité. En effet, les tableaux s'obscurcissent ou tombent en vétusté, les livres deviennent trop souvent la proie des flammes, les marbres se corrodent, les métaux tentent la cupidité des ravisseurs ou sont impitoyablement fondus à la suite des guerres ou des commotions politiques. Quelques roches granitoïdes seules, échappant à tous les genres de des-

tructions, semblent défier la main du temps qui efface toutes choses : témoins ces monuments de la vieille Égypte qui ont traversé tant de siècles, qui ont vu passer tant de révolutions et qui n'en sont pas moins aussi frais que si l'on venait d'y mettre la dernière main. Il y a dans la prodigieuse durée de cette pierre un caractère de grandeur qui semble se rapprocher de celui que possèdent les choses éternelles. La belle conservation des hiéroglyphes sculptés sur les roches granitoïdes devrait commander aux nations modernes de ne confier les inscriptions de leurs monuments qu'à ces substances indestructibles.

En donnant la préférence au granite et à la syénite pour transmettre à la postérité des faits importants, rappelons à la mémoire des artistes qu'un vandalisme brutal détruisit à Rome un grand nombre de statues et autres chefs-d'œuvre anciens, et que la perte qui en est résultée pour l'histoire et pour les arts n'a tenu qu'à la nature particulière du marbre saccharoïde ou statuaire qui produit, par la calcination, une excellente chaux grasse. Ce n'est donc ni sur le marbre, ni sur l'airain que les peuples doivent écrire leurs noms; s'ils veulent l'écrire en caractères ineffaçables, qu'ils le gravent sur le granite, pierre modeste en apparence, qui ne reçoit les empreintes du ciseau que difficilement, mais qui les garde, en bravant à la fois le temps et la barbarie.

KERSANTON.

Cette roche, d'un gris noirâtre, essentiellement composée d'amphibole, de feldspath, de mica et de pinite, contient parfois du calcaire comme élément accidentel. Elle est grenue, tenace, et forme quelques amas transversaux dans le terrain primitif. On la rencontre dans certaines contrées granitiques, comme en Bretagne.

Le *Kersanton* est propre aux ouvrages de sculpture ; sa solidité et sa ténacité sont telles, que, sous le ciseau, cette

roche prend toutes les formes qu'on veut lui donner; et, comme la pâte en est presque inaltérable, elle conserve très-longtemps la pureté des contours et la vivacité des angles. La plupart des monuments religieux présentent en Bretagne des décorations exécutées avec cette substance dont la couleur grave convient surtout aux monuments funèbres. On voit, dans la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, un échantillon de kersanton taillé en corniche, avec une pureté si remarquable, qu'on regrette que l'emploi de cette roche ne soit pas plus répandu dans les arts.

PORPHYRES, EUPHOTIDES, VARIOLITES.

Les *Porphyres* sont généralement composés d'une pâte compacte à base de feldspath, dans laquelle se trouvent disséminés des cristaux de feldspath, de quartz, et quelquefois d'amphibole ou de pyroxène, qui ont fréquemment une couleur différente du fond sur lequel ils tranchent d'une manière plus ou moins nette. Les cristaux, le plus souvent blanchâtres, sont enchâssés dans une pâte dont la teinte varie du brun rouge et du bleu violâtre au rosâtre, rougeâtre et verdâtre.

Les porphyres sont abondamment répandus dans la nature. Ils forment des filons et des amas transversaux d'une grande importance dans les anciens terrains sédimentaires (*silurien*, *dévonien* et *carbonifère*). Ces roches sont très-dures, très-solides, et prennent un très-beau poli. On s'en sert pour la décoration des édifices, pour la construction de vases et de colonnes de prix. Les anciens recherchaient particulièrement le porphyre rouge d'Égypte, qu'ils tiraient des montagnes qui s'élèvent entre le Nil et la mer Rouge. Ils en faisaient des cuves sépulcrales, des baignoires, des obélisques, etc. La plus grande masse connue de ce porphyre égyptien est l'obélisque de Sixte-Quint, à Rome. En France, on cite la cuve qui sert de fonts baptismaux dans

la cathédrale de Metz. Le musée du Louvre, à Paris, possède également, en porphyre rouge d'Égypte, quelques baignoires antiques d'une rare beauté, plusieurs statues colossales représentant des barbares captifs, et un certain nombre de socles et de colonnes d'une grande richesse.

Plusieurs départements de la France, notamment ceux de Corse et des Vosges, possèdent de beaux gisements de porphyre; mais cette roche n'est pas aussi employée qu'autrefois. Moins tenace, et par cela même plus facile à extraire et à mettre en œuvre, le granite est préféré au porphyre; et c'est seulement pour les objets de luxe et de décoration qu'on réserve ce dernier.

Nous mentionnerons aussi, comme servant à la décoration, les *Euphotides*, roches grenues très-tenaces, essentiellement composées de diallage et de feldspath, présentant des reflets satinés sur un fond verdâtre ou grisâtre; et les *Variolites* qui ne diffèrent des euphotides qu'en ce que leurs éléments sont compactes et à l'état microscopique, tantôt séparés, tantôt fondus ensemble; dans leur pâte, généralement noirâtre, sont souvent enchâssés des globules verdâtres de feldspath, rayonnés du centre à la circonférence. Ces roches, diversement colorées, ainsi que plusieurs autres d'une nature presque identique, ne sont employées que pour des objets de luxe et rarement en architecture; car cet art est aujourd'hui plus sévère ou moins prodigue d'ornements qu'autrefois.

Nous mentionnerons encore un *Porphyre protoginique* susceptible d'application au pavage des rues. On en a déjà fait l'essai à Paris sur plusieurs points; mais cette roche, tenace, dure et résistante, bien que très-propre au pavage, devient glissante quand elle est mouillée, et il en résulte de sérieux inconvénients dans les pentes rapides. Ce porphyre protoginique, assez facile à débiter en petites masses cubiques, s'extrait en Belgique, dans la province de Brabant.

SERPENTINE.

ıe, dont la composition a été longtemps un pro-
n mélange intime, compacte, généralement ver-
llage, d'un peu de feldspath et de quelques par-
ıes. La serpentine est plus ou moins dure sui-
contient plus ou moins de feldspath ; mais elle
compacte, tenace, et offre le plus souvent cer-
ures qu'on a comparées à la peau des serpents ;
ın nom de *serpentine*.
nment des éléments essentiels qui la constituent,
présente quelquefois du grenat et de petites
ste ; cette dernière matière colore la roche agréa-
is lui est fatale en ce qu'au moindre choc elle y
es ruptures.
ine forme tantôt des couches stratifiées d'une
ısion, et tantôt des amas transversaux dans le
tif au-dessus duquel elle s'est fréquemment
la cite aussi dans les anciens terrains de transi-
orme des montagnes coniques peu élevées.
ette roche présente certaine dureté, elle est
e recevoir le poli ; on l'emploie alors assez
pour la décoration et pour la confection de
d'arts, tels que vases, socles et colonnettes ;
elle est tendre et onctueuse, ce qui tient à la
portion de talc qu'elle renferme, on en fabrique
s marmites, qui servent à cuire les aliments
ère aux meilleures poteries ; aussi, cette va-
entine est-elle, en diverses contrées, dési-
ment sous le nom de *pierre olaire*. Quoi-
es, ces ustensiles de cuisine sont très-solides,
en les alternatives du froid et du chaud, et ne
ıt aucun mauvais goût aux mets qu'on y pré-
en est assez répandu dans certains pays, no-

tamment en Corse et dans le Valais. La serpentine olair sert également à établir des fourneaux et des poêles desti nés au chauffage domestique.

TRACHYTE, DOMITE, PHONOLITE.

Le *Trachyte* est une roche volcanique grisâtre ou roussâtre, rude au toucher, d'un aspect terne et mat, à texture poreuse et cellulaire; aussi sa densité est-elle plus faible que celle des roches précédentes. Il est presque entièrement composé de grains microscopiques de feldspath enchevêtrés, plus quelques centièmes de mica, d'amphibole et de fer titané. Des cristaux assez nets de ces divers éléments rendent assez souvent le trachyte porphyroïde.

Les trachytes forment des amas et des couches considérables dans les terrains supercrétacés et d'alluvions; ils constituent la plupart des contrées volcaniques anciennes e modernes, particulièrement en Amérique, dans la grand chaîne des Andes. En France, ces roches sont abondamment répandues dans les départements du Puy-de-Dôme, d Cantal et de la Haute-Loire. Elles se présentent sous form de montagnes offrant une longue suite de profils variés, d pics bizarrement taillés, provenant sans doute de la facili avec laquelle les agents atmosphériques altèrent la matiè feldspathique.

Bien que les trachytes soient peu utilisés dans les art ils fournissent d'assez bons matériaux de constructio Le bel établissement des bains, au Mont-Dore, en est e tièrement construit, ainsi que l'immense cathédrale Cologne. Une variété de trachyte, appelée *Domite* p quelques géologues, était jadis employée par les ancien faire des sarcophages. Une autre variété, nommée *Pho lithe*, ne différant du trachyte que par son état compacte par la propriété de se détacher en feuillets minces, est e ployée dans quelques contrées à couvrir les habitati

rustiques. En Hongrie, il est des trachytes anciens, contenant accidentellement du quartz, et dont on fait des meules à moudre les grains.

BASALTE, BASANITE.

Le *Basalte* est une roche noirâtre, dure, compacte, dense et très-solide. Il présente dans sa composition du feldspath, du pyroxène, du fer titané, et souvent du péridot, soit en cristaux disséminés, soit en rognons. Comme le trachyte, le basalte fait partie du terrain volcanique des périodes supercrétacée et alluviale.

En général, les masses basaltiques se présentent sous forme d'amas, ou de couches souvent divisées en prismes. Ces sortes de piliers naturels, serrés les uns contre les autres, affectent le plus souvent une position verticale. Ils ont parfois jusqu'à 20 et même 30 mètres d'élévation d'un seul jet, mais divisés par tronçons, comme les assises d'une colonne. Rien n'est pittoresque comme les accidents que présentent ces masses prismatiques, offrant quelquefois, par la symétrie de leurs dispositions, l'aspect des ruines gigantesques d'un ancien monument grec ou romain.

On comprend de suite l'application du basalte : il suffit, en effet, de diviser par tronçons ces colonnes triangulaires, carrées, pentagones, hexagones, etc., pour avoir des pavés propres à s'assembler parfaitement les uns contre les autres, comme ils étaient dans leur position naturelle. Les pavés en basalte sont connus depuis longtemps : la petite ville de Montélimart, dans le département de la Drôme, n'en a pas d'autres. Dans d'autres contrées, le basalte est exploité pour l'empierrement des routes. On a essayé, dans quelques ports, d'en paver les quais et les trottoirs ; mais, cette roche devenant très-glissante par suite du frottement, l'usage en a été abandonné.

Le basalte est employé avec plus d'utilité pour le pavage

des aires des granges ; on en fait des bornes naturelles très-solides et très-économiques. Il peut, au besoin, remplacer la pierre de touche des bijoutiers ; car sa couleur est noirâtre et sa pâte inattaquable par les acides. Les anciens employaient le basalte en sculpture : on voit encore aujourd'hui, dans les principaux musées d'Europe, un grand nombre de vases, d'objets d'arts, faits avec cette substance, et qui conservent, en dépit du temps, les formes délicates que l'artiste a su leur donner.

Quant au *Basanite*, qui ne diffère du basalte qu'en ce que la pâte grisâtre en est le plus souvent cellulaire et qu'elle contient moins de pyroxène et de fer titané, on l'utilise avec succès pour différents travaux. La *lave de Volvic*, dans le Puy-de-Dôme, qui n'est autre chose qu'un basanite, montre l'utilité qu'on peut retirer de cette roche : en effet, elle est non-seulement employée pour le dallage des trottoirs, mais elle sert à la confection d'auges, de bornes, de colonnes élégantes, etc. Sous le ciseau du sculpteur, elle prend toutes les formes et fournit des tombeaux, des statues, des ornements divers. La cathédrale de Clermont est entièrement construite en lave de Volvic.

POUZZOLANE, TUF VOLCANIQUE.

La *Pouzzolane* ou *Pouzzolite*, résultat de la décomposition de scories volcaniques, appartient aux roches pyrogènes des périodes crétacée et supercrétacée. Cette roche, qu'on exploite, de temps immémorial, à Pouzzole, dans le voisinage de Naples, est, partout où elle se trouve, de la plus grande utilité pour la fabrication des chaux hydrauliques ; il suffit en effet de mélanger en proportion convenable de la pouzzolane pulvérulente avec de la chaux et du sable pour obtenir un mortier qui durcit parfaitement dans l'eau. Mais aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Vicat, on remplace avantageusement la pouzzolane, surtout en France

par un calcaire argileux, comme nous le verrons quand nous traiterons des calcaires.

Les *Tufs volcaniques* proviennent de cendres basaltiques projetées par les éruptions volcaniques; ces cendres, ayant subi une décomposition sur place, ont été quelquefois endurcies par des infiltrations. Il en est résulté des couches plus ou moins solides, qu'on exploite et qui donnent d'excellents matériaux de constructions. Les tufs volcaniques sont communs en Italie, surtout aux environs de Naples. On sait que c'est sous une pluie de matières cinéraires lancées par le Vésuve que furent ensevelies les anciennes villes d'Herculanum et de Pompéi. Les fouilles ont permis de constater que les anciens trottoirs de ces deux villes sont pavés d'une lave présentant la plus grande analogie avec celle que vomit encore le Vésuve, circonstance qui s'accorde avec l'histoire pour indiquer que ce volcan a eu des assoupissements, des temps d'arrêts, à des époques reculées.

On a déblayé une partie de Pompéi, dont les cendres volcaniques sont très-peu endurcies par un ciment postérieur. Les résultats obtenus intéressent vivement l'archéologie; car non-seulement ils donnent une idée des arts au temps de Pline, mais ils font aussi connaître la manière de vivre des Romains de cette époque. Des meubles, des provisions alimentaires reconnaissables, s'y rencontrent à la même place qu'ils occupaient lors de l'éruption qui, l'an 79 de l'ère chrétienne, ensevelit plusieurs villes de la Campanie sous des déjections volcaniques.

OBSIDIENNE.

Substance vitreuse, translucide, quelquefois opaque, d'une couleur ordinairement noire ou noirâtre, et dans quelques cas verdâtre ou grisâtre; on en cite aussi de rougeâtre chatoyante. Cette roche possède un éclat tellement vitreux, qu'on pourrait la confondre avec du verre à bouteille. Sa pâte uni-

forme et homogène contient accidentellement des cristaux de feldspath, qui lui donnent une apparence porphyroïde; d'autres fois, elle offre une série de petites zones blanches et noires.

La composition de l'obsidienne est la même que celle des trachytes et de ses congénères. Cette roche aurait pu cristalliser, comme la plupart des roches volcaniques; mais il semble qu'un refroidissement trop brusque en ait fait avorter la cristallisation. Du reste, elle appartient exclusivement aux déjections volcaniques de divers âges, où elle constitue des courants, des amas, presque toujours d'une faible épaisseur.

L'obsidienne est très-commune dans certaines contrées du Mexique, du Pérou et de l'Islande. Le beau poli qu'est susceptible de recevoir cette roche dure et compacte, la faisait autrefois rechercher pour en exécuter divers objets. Le célèbre miroir des Incas, qu'on voit au Muséum d'histoire naturelle de Paris, n'est autre chose qu'une belle obsidienne taillée. Les Mexicains, au temps de Montézuma, faisaient grand cas de l'obsidienne, qui leur servait à la confection de dards, de flèches, de couteaux, etc.

On fabrique actuellement avec l'obsidienne quelques bijoux de deuil; mais leur peu d'éclat et leur fragilité ne sont pas propres à les faire rechercher. On cite cependant une belle variété d'obsidienne chatoyante ou aventurinée qu'on emploie avec succès pour la grosse bijouterie dans certaines contrées du nord de l'Europe.

PONCE.

La *Pierre ponce* (ou *Pumite*) est aussi une substance d'origine volcanique, composée presque entièrement de feldspath, comme l'obsidienne, dont elle ne diffère que par sa texture poreuse et sa couleur blanchâtre ou grisâtre. Elle est si boursouflée, et par cela même si légère, que sou

ut flotter à la surface des eaux. On la rencontre
ntrées volcaniques, soit en fragments détachés.
ches à la surface des courants d'obsidienne. A
once se présente en couches étendues et puis-
leurs, elle se trouve en fragments disséminés
nent, comme si les éruptions volcaniques l'a-
se à des distances plus ou moins considérables.
grande partie des ponces répandues dans le
vient surtout des îles Lipari, où il en existe des
uisables. La dureté de cette substance sco-
end propre à divers usages assez importants :
poudre et délayée dans l'eau, elle sert à po-
l'ivoire, quelques pierres, et jusqu'à des mé-
nploie la pierre ponce pour adoucir ou polir la
peaux, des parchemins, et beaucoup d'autres
Orientaux ne sortent jamais du bain sans frotter
nce les cors et les durillons de leurs pieds. Nous
é cet usage répandu dans une grande partie
le la Méditerranée, particulièrement dans l'Ar-
l'on assure que c'est là le meilleur moyen de
sans danger, de ces excroissances naturelles.
ons de passer rapidement en revue les masses
née, susceptibles d'application. Les roches de
ère série ont un emploi très-limité et ne com-
cune substance de première nécessité. Fort
iles à extraire et à mettre en œuvre, la plu-
roches n'offrent pas aux arts autant d'avan-
es roches de sédiments, qu'on peut toujours
lir avec facilité. Au reste, ces dernières, occu-
es surfaces, dans des contrées plus accessibles,
grands centres de population, sont, par cela
ux connues et plus généralement employées,
s le verrons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II.

Des roches utiles d'origine sédimentaire.

SCHISTE, ARDOISE, COTICULE.

Les divers *Schistes* (schistes argileux, schistes talqueux, schistes ardoises ou phyllades, etc.) que la plupart des géologues confondent à tort sous le même nom, sont en général les plus anciennes roches formées par la voie aqueuse. Ils proviennent des détritus produits par l'action érosive aux dépens du sol primitif, et particulièrement des matières feldspathiques et talqueuses. Ce sont de véritables conglomérats plus ou moins compactes, à poussière très-douce et d'une ténuité extrême, formant de puissantes assises, disposées en feuillets ou plaques unies, plus ou moins minces. Les schistes sont tantôt ternes, tantôt subluisants, présentant, dans leur composition, des matières talqueuses et argileuses, auxquelles viennent se joindre des particules feldspathiques et micacées. Ces roches sont assez abondantes; elles constituent une bonne partie des terrains cumbrien et silurien; on en trouve aussi dans les Alpes et dans les Pyrénées qui appartiennent aux terrains jurassique et crétacé.

Parmi les schistes dont l'emploi est généralement répandu, les *Schistes ardoisiers* occupent le premier rang. Ils sont sonores, à surface lisse, brillante ou terne. Leur couleur, bien que variable, est le plus souvent bleuâtre ou noirâtre; ils se laissent diviser en feuillets tous à surface plane et d'une grande finesse. Cette division, ou, en d'autres ter-

ıchistosité se manifeste jusque dans les fragments
ınces.
nonde sait que l'ardoise est employée à faire les
s maisons, surtout celles des grands édifices.
ues contrées, on recherche les ardoises dont la
ıxige pas une forte charpente pour les supporter;
es, au contraire, on préfère celles qui, étant pe-
stent mieux à l'impétuosité des vents. Quelque-
augmenter leur solidité, on les soumet à une
dans un four à briques, jusqu'à ce qu'elles aient
nte rougeâtre. Ce moyen prolonge considérable-
durée; mais, après cette opération, on ne peut
ller ni les percer : il faut donc leur donner la
enable avant de les soumettre à la cuisson.
ıce possède de beaux gisements de schistes
vec activité : les ardoises d'Angers, dans le
t de Maine-et-Loire, celles de Rimogne et de
ıs les Ardennes, sont les plus recherchées. Bien
eur ne soit pas un indice certain de leur valeur,
le à considérer les plus noires comme les plus
celles d'un gris-bleu comme les plus compactes
solides.
ises qu'on extrait des carrières d'Angers se font
par la finesse de leur pâte, par leur peu d'épais-
leur légèreté; mais, pour la durée, elles ne ri-
s avec celles du département des Ardennes. On
gique, d'anciens monuments couverts en ardoises
qui comptent plusieurs siècles d'existence, tan-
ardoises d'Angers résistent rarement au delà de
ns.
ıtes ardoisiers sont d'une exploitation facile. On
ord dans la carrière des blocs de grosseur con-
peu près carrés. Ces masses sont ensuite trans-
atelier; là, les refendeurs les divisent en feuil-
moins fins, à l'aide d'une lame et d'un maillet

qu'ils font agir sur la tranche des blocs. Pour exécuter cette opération, on a soin d'éviter le dessèchement des blocs; car, lorsqu'ils ont perdu leur eau de carrière, ils s'effeuillent moins bien et perdent même à la longue cette propriété naturelle.

On exploite dans d'autres contrées, et surtout en Italie, des schistes qui non-seulement donnent l'ardoise propre aux toitures, mais encore des dalles d'une certaine épaisseur. Les usages de ces schistes sont très-variés : les grandes plaques sont destinées au carrelage des appartements ou à faire des marches d'escalier; on en revêt aussi certaines parties de quelques édifices, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. En Suisse, on en fait des poêles, des réservoirs pour conserver l'huile, des plaques pour recevoir des mosaïques, et surtout des tablettes à écrire. On choisit, pour ce dernier usage, des ardoises compactes, à grains très-fins, et dont on adoucit la surface avec la pierre ponce. Ces ardoises reçoivent ensuite un léger cadre en bois, auquel est ordinairement fixé un crayon de graphite ou d'une ardoise un peu plus tendre, afin de ne pas rayer la surface de la planche, mais de s'user lui-même en laissant une trace pulvérulente blanchâtre, qui s'efface facilement quand on frotte dessus. En Suisse, en Angleterre et dans plusieurs autres contrées, on fait une grande consommation de ces tablettes pour les calculs journaliers du ménage, comme aussi pour apprendre à lire et à écrire aux enfants.

Les schistes fournissent en outre la variété nommée *Coticule* ou *Novaculite*, si utile pour aiguiser les rasoirs et les lancettes. Les pierres à rasoir sont taillées de manière à présenter deux parties distinctes superposées : l'une, destinée à aiguiser, est jaunâtre, à pâte fine et homogène, composée de talc, de feldspath et de quartz; tandis que l'autre, noirâtre, bleuâtre ou verdâtre, est généralement plus schistoïde et d'une nature moins homogène. Nous pourrions citer encore plusieurs autres variétés de schistes plus ou moins



argileux, dont l'utilité est mise à profit pour le dallage et les toitures grossières, usage auquel peuvent s'appliquer indistinctement toutes les roches schisteuses.

CALCAIRE (Carbonate de chaux.)

On désigne sous ce nom une substance minérale essentiellement composée de chaux et d'acide carbonique, faisant une vive effervescence dans les acides, s'y dissolvant complétement lorsqu'elle est pure, cristallisant dans le système rhomboédrique, et donnant de la chaux caustique par calcination. Le calcaire est très-répandu dans la nature; il est même la roche la plus abondante à la surface du globe. On le trouve dans les terrains les plus anciens comme dans les plus modernes, et l'on remarque que son abondance augmente dans les terrains sédimentaires à mesure qu'on s'éloigne des formations anciennes. Il est rarement dans un état de pureté, et se montre, au contraire, fréquemment mélangé de matières diverses, telles que : argile, silice, magnésie, etc. Il se présente sous plusieurs aspects, tantôt cristallisé, tantôt compacte, friable ou terreux, offrant quelquefois les couleurs les plus vives et les plus variées.

On a fait l'observation que le carbonate de chaux cristallise avec beaucoup de facilité sous l'influence de certaines circonstances : il n'est pas rare, en effet, de voir des corps organisés (radiaires) présenter cet arrangement moléculaire qui caractérise la cristallisation du calcaire. On retrouve le même résultat dans les stalactites et les stalagmites. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si quelques calcaires, formés par précipitation, ont pris parfois un caractère plus ou moins cristallin.

Le calcaire n'est pas dur : on le taille facilement avec des instruments acérés ; aussi l'exploitation de cette roche ne présente-t-elle, dans aucun cas, les difficultés que pré-

sente l'extraction du granite, du porphyre, ou de toute autre roche analogue.

Les usages du calcaire sont si nombreux, si variés, que cette substance nous est, pour ainsi dire, indispensable: non-seulement elle fournit à l'architecture des matériaux de tous genres, mais elle sert, à l'état de chaux, dans un grand nombre d'industries. Comme pierre monumentale, le calcaire donne, pour la décoration, tous ces marbres aux couleurs variées, quelquefois d'une blancheur éclatante, et qui se prêtent si bien à la délicatesse de la sculpture. Moins pur, sous le nom de *calcaire grossier*, il fournit à la construction d'abondantes pierres d'appareil ; et tout le monde sait combien cette dernière variété a exercé d'influence sur la beauté des monuments de Paris. Les pierres lithographiques, qui ont donné naissance à un nouveau mode de transmission de la pensée, ne sont que du calcaire compacte ou à grain d'une finesse extrême. Enfin, la craie, la marne, reçoivent, dans les arts ou en agriculture, des applications diverses sur lesquelles nous reviendrons.

Aucune substance, dit M. Beudant, ne se présente dans la nature sous autant d'aspects différents que le calcaire, ce qui tient, sans doute, à son extrême abondance à la surface de la terre, dans toutes les positions imaginables. Ses formes régulières et accidentelles sont extrêmement nombreuses ; les structures, les couleurs, les mélanges, etc., donnent également lieu à une multitude de distinctions dont on peut encore augmenter le nombre par des considérations de gisement. Aussi les calcaires se subdivisent-ils en un grand nombre de variétés ; nous allons rapidement passer en revue celles qui présentent une application plus ou moins générale.

Le *Calcaire saccharoïde*, composé de petits grains cristallins, et présentant quelquefois dans sa cassure des lamelles éclatantes et distinctes, est uniquement formé de carbonate de chaux. Lorsqu'il est lamellaire, ce calcaire

prend un beau poli; tel est le marbre blanc antique de Paros, dont il reste encore plusieurs anciens chefs-d'œuvre de sculpture, comme la Vénus de Médicis, la Diane chasseresse, etc. Lorsque ce calcaire est à grains très-fins, brillants et homogènes, il imite assez bien le sucre raffiné, tant par sa blancheur que par sa texture. Le marbre de Carrare, sur la côte de Gênes, peut être considéré comme le type de cette dernière variété qui est très-estimée.

Ces calcaires cristallins et souvent translucides forment des masses et des couches puissantes dans divers terrains, surtout dans les terrains anciens. Les calcaires saccharoïdes sont parfois légèrement colorés par des mélanges peu abondants; ils donnent alors plusieurs variétés de marbres d'ornement : tels sont le *bleu turquin*, coloré en gris-bleuâtre par une faible proportion de bitume, et le *marbre jaune antique*, mélangé d'une petite quantité d'hydrate de fer.

Le *Calcaire dolomitique* (Dolomie), composé de carbonate de chaux et de magnésie, est granulaire ou lamellaire, sauf sur quelques points de la masse où, par suite d'altération, il prend l'aspect arénoïde. Sa propriété est de se dissoudre plus lentement dans les acides que le calcaire proprement dit. Il forme des couches puissantes dans les terrains anciens.—Quand la dolomie est pure, blanche et solide, rien ne s'oppose à ce qu'elle soit utilisée pour la statuaire, comme le marbre saccharoïde lui-même.

Le *Calcaire carbonifère* est ainsi nommé parce qu'il contient une certaine quantité de matières charbonneuses et bitumineuses, qui lui donnent une couleur grisâtre ou noirâtre. Cette circonstance provient sans doute de son contact avec l'étage houiller qui lui est superposé. — Le calcaire carbonifère fournit à l'industrie une grande quantité de marbres dont on se sert pour faire des tables, des chambranles de cheminées, et couvrir la plupart des meubles. C'est surtout en Belgique, dans la province de Hainaut, qu'on exploite

cette roche parsemée de débris organiques (encrines). On l'appelle vulgairement *petit granite* ou *marbre des Écaussines*.

Le *Calcaire compacte* est très-répandu dans les terrains secondaires et fournit une grande variété de marbres diversement colorés. L'Italie, l'Espagne, la France, etc., possèdent une infinité de ces marbres tachés, veinés ou rubanés qui prennent, chez les marbriers, des noms spéciaux, selon les couleurs et la disposition des nuances. Le calcaire compacte fournit aussi l'inappréciable *pierre lithographique*, d'une couleur jaunâtre, à pâte très-fine et très-homogène. La qualité de cette variété de calcaire consiste en une porosité extrêmement fine, qui lui permet de s'imbiber facilement des matières grasses de l'encre et du crayon lithographiques dont on se sert pour tracer le dessin. Tout le monde sait qu'à l'aide d'une pierre ainsi préparée on obtient ensuite, par l'impression, des centaines d'épreuves du dessin original.

On trouve des calcaires compactes bons pour la lithographie sur divers points de la France, surtout à Châteauroux (Indre), à Marchamp (Ain) et aux environs de Dijon et de Périgueux ; mais la pierrre calcaire la plus recherchée par les lithographes, celle qui jouit de la plus grande réputation, vient de Pappenheim, en Bavière.

Le *Calcaire oolithique* est formé de globules calcaires concrétionnés, de divers calibres, accolés les uns aux autres à la manière des œufs de poissons, et agglutinés le plus souvent par un ciment; quelquefois ce ciment n'est pas apparent; on dirait alors un amas de petites graines parfaitement calibrées. Ce calcaire, dont la couleur est ordinairement jaunâtre, abonde dans le terrain jurassique; il prend le nom d'*oolithe milliaire* lorsqu'il est formé de petits globules de la grosseur d'un grain de millet. — Les calcaires oolithiques fournissent d'excellentes pierres à bâtir. Quelques-uns d'entre eux, ayant une tendance à se diviser, sont suscep-

tibles de donner des dalles qu'on emploie, dans plusieurs contrées, à couvrir des habitations rustiques.

Le *Calcaire brocatelle* est une roche globulifère, présentant une agglomération de tubercules rudimentaires concrétionnés, souvent incomplets, de forme très-irrégulière, se pénétrant entre eux et réunis par un ciment calcaire à l'état compacte. Cette roche fournit des marbres très-recherchés. La plus belle variété vient de Tortose, en Espagne; elle y forme des assises considérables appartenant au terrain crétacé. La brocatelle se trouve aussi dans le terrain oolithique.

Le *Calcaire lumachelle* est un conglomérat formé presque entièrement de débris de coquilles et de polypiers disséminés dans une pâte plus ou moins homogène. Comme ces débris organiques ont presque toujours une couleur différente de la pâte, il en résulte souvent des marbres dont l'aspect est des plus agréables; telle est, par exemple, la belle *lumachelle d'Astracan*, composée de débris coquillers d'un jaune orangé vif, réunis par un ciment brun.

Le *Calcaire brèche*, qui se trouve à peu près dans tous les terrains, résulte de la fracture de calcaires préexistants dont les fragments anguleux ont été réunis ensemble par un ciment calcaire plus ou moins abondant et d'une teinte presque toujours différente de celle des fragments. — La plupart des brèches fournissent des marbres d'un très-bel effet; telle est la *brèche d'Alet* et de *Tolonet*, près d'Aix, en Provence; elle se compose d'un fond jaunâtre avec fragments gris, bruns, rouges et jaunes. Les brèches les plus renommées présentent des éclats blancs sur un fond noir.

Le *Calcaire poudingue* est aussi une agglutination de fragments de calcaires préexistants, mais avec cette différence qu'ici tous les fragments se présentent sous forme de cailloux roulés et arrondis, liés ensemble par un calcaire. Quand le poudingue est susceptible de recevoir le poli, et qu'il présente de belles couleurs, il forme, comme les autres mar-

bres, des pierres recherchées pour la décoration, surtout lorsqu'il offre des nuances variées, éclatantes et bien disposées.

Le *Calcaire crayeux* offre généralement une texture lâche et friable, comme la *Craie blanche* des environs de Paris. Quelquefois il passe à une texture plus ou moins compacte et devient propre à la bâtisse. Ce calcaire, très-abondant, surtout dans le terrain crétacé, est presque toujours blanchâtre ou jaunâtre. Selon quelques géologues, la craie serait le résultat de la désagrégation, de la trituration des coquilles et des polypiers. Cette hypothèse, adoptée par M. Lyell, repose en partie sur ce que la craie est du carbonate de chaux pur, comme celui qui résulte de la décomposition des coquilles. D'autres l'attribuent simplement à la trituration de roches calcaires préexistantes, dont les détritus très-fins, tenus en suspension dans l'eau, puis transportés loin des côtes, se sont lentement déposés dans des mers tranquilles.

La craie sert à préparer le *blanc d'Espagne*, le *blanc de Meudon*; c'est particulièrement en Champagne qu'on s'occupe de cette industrie. Pour amener la craie à cet état de pureté, il faut la délayer dans l'eau, en laisser déposer les parties grossières et transvaser le liquide qui la tient en suspension; puis, lorsque cette craie s'est déposée, on la décante; on la fait sécher; et, quand elle a pris une consistance convenable, on la moule en forme de cylindres ou de pains dont la dessiccation s'achève à l'air. Ce blanc s'emploie comme crayons; il entre dans la plupart des peintures en détrempe, et des couleurs; on en fait un grand usage dans les fabriques de produits chimiques, etc.; mélangé avec diverses substances, il sert à composer diverses sortes de mastics et à modeler les ornements des cadres destinés à la dorure; il entre aussi en proportion notable dans la fabrication des faïences et s'emploie chaque jour pour une foule d'usages domestiques, comme par exemple pour nettoyer les métaux et le verre.

Le *Calcaire grossier* est une roche à texture un peu lâche et à grains irréguliers. Il est presque entièrement composé de débris coquillers marins, triturés, puis réunis par un ciment calcaire auquel il doit sa consistance qui est assez variable. Ce calcaire se trouve dans plusieurs terrains du groupe secondaire; mais son principal gisement est dans la partie inférieure du terrain supercrétacé. Il est très-répandu aux environs de Paris qui lui doit la splendeur de ses monuments. Le calcaire grossier se laisse tailler facilement et conserve quelquefois assez de ténacité pour se prêter aux exigences de la sculpture. Ses nombreuses variétés se présentent dans un grand nombre de contrées. En France, Paris, Bordeaux, Marseille, etc., sont en grande partie bâtis avec des calcaires grossiers de l'époque supercrétacée; il en est de même de plusieurs autres grandes villes de l'Europe.

On distingue, dans le calcaire grossier des environs de Paris, diverses variétés dont le grain est plus ou moins fin, la roche plus ou moins dure et compacte; les ouvriers les désignent sous les noms particuliers de *pierre de liais*, *cliquart*, *banc de roche*, *banc franc*, *lambourde*, etc. Chacune de ces variétés est destinée à tel ou tel usage, selon les qualités qui la distinguent. Le calcaire grossier employé pour la statuaire, et qu'on nomme *vergelet*, provient du département de l'Oise.

Dans quelques localités, il existe des calcaires grossiers, à texture lâche et poreuse, dont on fait d'excellents filtres pour la clarification des eaux; c'est principalement à Saint-Leu, en Picardie, qu'on les extrait.

L'*Albâtre calcaire*, qu'il ne faut pas confondre avec l'albâtre gypseux (alabastrite), provient de la concrétion du carbonate de chaux sous forme de stalactites et de stalagmites. C'est le dépôt que laissent les eaux d'infiltration dans les grottes des contrées calcarifères. L'albâtre calcaire est un véritable marbre, cristallin, translucide et susceptible de recevoir un très-beau poli. Sa couleur est blanche, légè-

rement jaunâtre, quelquefois veinée ou tachetée de gris. Les belles variétés unicolores d'un blanc laiteux sont particulièrement recherchées pour des travaux de luxe et de décoration. La France possède d'assez beaux albâtres dans la plupart de ses grottes et cavernes; mais le plus estimé, celui du commerce, nous vient en grande partie de l'Italie. On en fait des socles, des vases, des châsses de pendules, etc. Les anciens estimaient beaucoup cette substance, quand elle était blanche et parfaitement translucide. Ils en construisaient des colonnes, des tables, des vases et surtout des lampes destinées à répandre dans leurs temples un jour sombre et mystérieux.

Enfin, le *Tuf calcaire* ou *Travertin*, qui se forme journellement par le dépôt des sources d'eaux calcarifères, ou par voie de concrétion, constitue des masses stratifiées, à texture compacte et celluleuse, quelquefois mammelonnée. Sa couleur est ordinairement blanchâtre ou jaunâtre. Il renferme fréquemment des débris de corps organiques d'eau douce et terrestres, tels que Lymnées, Paludines, Hélices, etc. Cette roche fournit, dans plusieurs contrées, d'excellents matériaux de construction; car elle réunit à beaucoup de solidité et de légèreté une grande aptitude à prendre le mortier, qualité résultant de sa texture celluleuse. C'est à une variété de tuf calcaire, connu sous le nom de *travertin*, que plusieurs monuments de Rome doivent leur magnificence. L'immense coupole de Saint-Pierre, et la plupart des églises modernes de cette capitale de la chrétienté, sont construits en travertin.

Nous venons de signaler les principales variétés de calcaire dont les applications sont plus ou moins générales. Cette substance mérite à tant de titres notre intérêt, que le nom de pierre précieuse lui aurait été sans doute dévolu, si ce nom était l'apanage des choses utiles; le calcaire, en effet, se rattache à presque tous les genres d'industrie, et l'on peut dire qu'il a servi à construire la plupart des habi-

tations et des murailles qui s'élèvent à la surface du globe.

Ajoutons que parmi les roches calcaires, et cette observation s'applique également à toutes les autres roches employées dans la bâtisse, il s'en trouve de perméables qui doivent être rejetées comme ne présentant pas assez de solidité; c'est-ce que l'on appelle des pierres *gélives*. On conçoit, en effet, qu'une pierre imbibée d'eau et saisie en cet état par la gelée, se désagrége promptement; car l'eau contenue dans les pores de la roche, augmentant de volume en se solidifiant, fait éclater la masse. Il est donc prudent, quand une roche n'est pas bien connue, de la laisser séjourner à l'extérieur quelques années avant de l'employer dans les constructions.

Pour reconnaître si les pierres sont ou ne sont pas gélives, quelques praticiens, et notamment Brard, recommandent d'en plonger un fragment dans une solution saline et de le retirer après imbibition : le sel, en cristallisant dans l'intérieur de la pierre, y produit le même effet qu'y produirait la congélation de l'eau. Ce procédé, bon pour faire un excellent choix, remarque judicieusement M. Beudant, a l'inconvénient de faire rejeter de bons matériaux ; car il y a une grande différence entre une solution saline, qui laisse un sel dans la pierre, et l'eau pure qui, d'ailleurs, s'évapore en grande partie; aussi voit-on des pierres perméables ne pas résister à l'épreuve indiquée, et pourtant se conserver assez bien, malgré les intempéries des saisons. Il résulte de ces observations que le meilleur moyen de reconnaître si les pierres perméables sont propres à la bâtisse, consiste, comme nous l'avons déjà dit, à les laisser séjourner à l'extérieur pendant l'hiver, afin de reconnaître comment elles se comportent à la gelée.

Quant aux calcaires compactes, unicolores ou multicolores, ceux qui fournissent les marbres de décoration, nous devons faire remarquer qu'ils ne manifestent leur éclat et la vivacité de leurs couleurs qu'autant qu'ils sont polis.

Pour leur donner cette surface brillante, diverses opération sont nécessaires. Après les avoir divisés en plaques, au moyen de la scie, on fait disparaître les aspérités des surfaces, en les frottant avec une pierre de grès à grains fins qu'on mouille de temps en temps; puis on adoucit avec la pierre ponce; et enfin, pour obtenir le poli, on a recours aux opérations suivantes : on emploie d'abord l'émeri avec de la limaille de plomb, et l'on continue à frotter jusqu'à ce qu'on ait donné un premier poli à la roche; ensuite on fait agir la potée rouge (rouge d'Angleterre), et l'on termine avec la potée d'étain de première qualité, qui relève le poli déjà obtenu, et donne aux marbres cet éclat brillant et onctueux qu'on leur connaît. Les granites, les syénites, les porphyres, etc., se polissent à peu près de la même manière, mais avec beaucoup plus de difficultés; car le feldspath et le quartz, qui forment la base de ces roches, sont infiniment plus durs que le calcaire le plus tenace.

Pour tailler les colonnes et les vases, on se sert de scies particulières mues par des machines, de telle sorte qu'on peut enlever, de l'intérieur des pièces, des noyaux pleins qui servent à fabriquer des objets de moins grandes dimensions. Lorsque la matière est précieuse, on détache ainsi, d'un seul cylindre, deux, trois ou quatre colonnes qui s'emboîtent les unes dans les autres. Les instruments perforants dont on se sert pour exécuter ces divers travaux sont très-ingénieux, et surtout très-économiques, puisqu'il n'y a de matière perdue que celle que les instruments détachent sur leur passage.

Le calcaire, dont nous venons d'esquisser l'histoire, offre aux arts d'autres applications plus importantes encore, ainsi qu'il va en être fait mention.

La *Chaux*, cet agent précieux et indispensable dans la bâtisse comme dans une foule d'industries, s'obtient en calcinant le calcaire à une température rapidement élevée au rouge blanc. A cette température, le carbonate de chaux

perd son acide carbonique, qui se dégage dans l'air, et il ne reste plus que la chaux vive avec laquelle on fait les différents mortiers. Mais tous les calcaires ne sont pas susceptibles de donner par la cuisson le même produit; en effet, les chaux qui en résultent présentent entre elles des caractères et des propriétés diverses qu'il est bon de faire connaître.

On peut diviser les chaux en trois classes : la chaux grasse, la chaux maigre et la chaux hydraulique.

La *Chaux grasse* provient de la calcination des calcaires les plus purs. C'est celle qu'on emploie le plus fréquemment; d'abord, parce que les calcaires d'où on la tire sont plus répandus dans la nature, et ensuite parce que, absorbant une grande quantité d'eau, elle supporte une forte proportion de sable; en sorte qu'elle fournit beaucoup de mortier sous un poids donné. C'est la chaux la plus économique, mais aussi la moins solide; car, par suite de la quantité d'eau qu'elle absorbe, elle ne durcit à l'air que lentement, ne prend jamais une très-grande consistance, et ne durcit pas dans les lieux humides et peu aérés; aussi est-elle impropre aux travaux souterrains ou de fondation.

La *Chaux maigre* est fournie par la cuisson des calcaires compactes, contenant une petite quantité d'argile ou de magnésie; sa couleur est moins blanche que celle de la chaux grasse; elle n'a pas, comme cette dernière, la propriété de fuser et de se déliter aisément; elle absorbe aussi une moindre proportion d'eau et de sable pour passer à l'état de mortier; mais celui-ci prend chaque jour plus de consistance et durcit promptement à l'air et même dans les lieux humides.

La *Chaux hydraulique*, enfin, se fabrique en calcinant des calcaires contenant 20 à 30 pour 100 de parties argileuses. Elle se délite lentement et forme une pâte courte, douée de l'immense avantage de prendre dans l'eau

une dureté qui n'est pas moins forte que celle des calcaires les plus résistants. C'est une qualité de la plus haute importance pour la construction des piles de ponts, des digues, etc. En durcissant, la chaux hydraulique donne lieu à la formation d'un composé qui, au contact de l'eau, se transforme en hydrate dur et compacte.

Puisque la chaux hydraulique diffère seulement de la chaux grasse en ce qu'elle est produite par la calcination de calcaires contenant une certaine proportion d'argile, il était naturel de rechercher si des calcaires plus ou moins purs, susceptibles de se délayer, et auxquels on ajouterait, dans des proportions convenables, une dose d'argile, ne donneraient pas, par la cuisson, la même chaux hydraulique. M. Vicat a résolu affirmativement ce problème; en sorte qu'aujourd'hui, divers mélanges de craie et d'argile, réduits en poudre et pétris avec un peu d'eau, peuvent servir à faire des pains qui, soumis à la calcination, fournissent une excellente chaux hydraulique *artificielle*.

On prépare la chaux hydraulique, aux environs de Paris, en délayant dans l'eau un mélange d'une partie d'argile et de quatre parties de craie; la bouillie obtenue ainsi se sèche à l'air sous forme de petits pains; puis on la soumet à une calcination modérée; si bien que le calcaire et l'argile entrent, sinon en combinaison, du moins dans une disposition moléculaire telle, que la chaux qui en résulte, après avoir été gâchée, est susceptible de durcir dans l'eau. Quand on n'a pas de calcaires délayables comme la craie ou la marne, on peut employer la chaux elle-même qu'on laisse éteindre à l'air, et qu'on mêle ensuite avec des argiles délayées dans l'eau; il en résulte une pâte dont on fait des pains que l'on cuit lorsqu'ils sont entièrement secs.

La chaux hydraulique prend le nom de *Ciment romain* quand elle contient jusqu'à 40 pour cent d'argile. Un bon ciment romain acquiert souvent, après une immersion d'un quart d'heure, la dureté de la pierre elle-même.

fabrication de la chaux hydraulique, on em-
refois des pouzzolanes, ou des scories altérées,
it venir de fort loin, pour les mélanger à la chaux
; il en résultait que la chaux hydraulique était
un prix assez élevé; aujourd'hui, grâce à la
ıverte de M. Vicat, on fait d'immenses écono-
les constructions publiques: en effet, une écluse,
autrefois 200,000 fr., peut être faite maintenant
50,000 fr. Des économies non moins considé-
été réalisées sur la construction des barrages,
, des ponts en pierres, etc.
ı pendant longtemps que la solidification du mor-
ıait de la combinaison de la chaux avec le sable
qu'il reçoit. Il n'en est rien. Des observations ré-
fait reconnaître que cette solidification résulte de
ison de la chaux avec l'acide carbonique de l'at-
Le mortier ordinaire ne durcit pas quand il est
privé du contact de l'air. Un mur très-épais, bâti
depuis plus de trente ans, a présenté, lors de sa
, du mortier encore mou dans l'intérieur du mur,
en de telles conditions il n'avait pu absorber
de carbonique pour se solidifier. Ainsi le mor-
urcissant par le desséchement et par la combi-
a chaux avec l'acide carbonique de l'atmosphère,
à la formation d'un carbonate de chaux.
x ne sert pas seulement de base aux différents
t ciments; elle est encore indispensable à une
lustries. On s'en sert dans le blanchiment des
xtiles, des chiffons destinés aux papeteries, etc.;
ie avec avantage pour neutraliser les gaz dé-
rincipalement ceux qui ont pour base l'acide
. On s'en sert dans le tannage, afin de gon-
aux. Les agriculteurs l'appliquent à l'amende-
terre, comme aussi pour détruire le germe de
des grains. On l'emploie pour prévenir les éma-

nations putrides des cadavres entassés; enfin, délayée dans l'eau, la chaux forme la base de tous ces badigeons plus ou moins blancs qui donnent à l'extérieur des bâtiments champêtres un aspect d'autant plus riant, qu'ils se détachent sur des massifs de verdure. Dans beaucoup de contrées, le badigeon blanc ou blanchâtre se pose à l'intérieur comme à l'extérieur. Cet usage est surtout très-utile dans les fermes, où les animaux domestiques sont entassés; car la chaux détruit les insectes nuisibles en même temps qu'elle assainit les habitations.

GRÈS.

Les *Grès* sont ordinairement des roches à base de quartz, provenant de sables agglutinés par un ciment siliceux ou calcaire, et quelquefois calcareo-siliceux. Ils résultent évidemment de la désagrégation et de la trituration des roches quartzeuses et siliceuses, qui sont très-abondantes; aussi les grès forment-ils des couches et des amas considérables sous le rapport de l'étendue comme de la puissance. Il est des grès à grains très-fins, d'autres à grains plus ou moins grossiers, contenant parfois des matières feldspathiques altérées et des oxydes de fer qui leur donnent des teintes diverses. En général, leur couleur est blanche, grise, jaune, rouge ou bigarrée. Ces roches se rencontrent dans les terrains anciens comme dans les terrains modernes, et se forment encore aujourd'hui par la consolidation des sables.

Les grès, quand ils sont durs et consistants, fournissent d'assez bonnes pierres d'appareil; mais ils sont loin de se prêter aussi bien que les calcaires à la délicatesse de la taille. Leur principal inconvénient est d'offrir une texture aigre et cassante qui les fait s'égrener sous la pression. Cependant plusieurs variétés de grès fournissent à la bâtisse d'excellents matériaux. Un grand nombre de car-



ouvertes en France pour l'exploitation de ces
i ont l'avantage d'être tendres en sortant du gîte
r considérablement à l'air.
›ntre quelquefois, dans les anciens terrains sédi-
de très-beaux grès pourprés, homogènes, com-
rains très-fins, et susceptibles de recevoir un beau
t, par exemple, celui qu'on emploie aujourd'hui à
le sarcophage du gigantesque tombeau de l'em-
oléon. Ce magnifique grès pourpré et aventuriné,
'dier a proposé de nommer *grès monumental*, a
des carrières de Schokscha, sur le bord occi-
ac Ladoga, à quelques lieues, au nord-est de
sbourg. La basilique de Saint-Isaac, un des
uments de cette capitale, en est en partie con-
utons que des blocs de cette belle roche ont
à la France par l'empereur de Russie, aussitôt
narque a su l'emploi auquel on les destinait:
mmage rendu à la mémoire du grand homme.
rouges, les grès houillers, les grès blancs
lont on se sert le plus souvent; mais, parmi ces
en trouve de très-perméables qui doivent être re-
ne ne présentant pas assez de solidité. Les grès
aussi de bonnes dalles pour les trottoirs. Ils
mment employés, surtout pour faire des meules
et il est évident que, dans ce cas, leur grain uni-
posséder une finesse proportionnée à la nature
it qu'on veut obtenir. Ainsi, les pierres à ai-
outellerie fine doivent présenter à l'acier une
oins rugueuse que les pierres qui servent à
instruments grossiers. C'est avec des meules
s, animées d'un mouvement rapide de rota-
parvient à tailler les cristaux, et diverses
tances auxquelles on donne des facettes bril-
nies. Dans certaines manufactures de quin-
n se sert aussi de meules en grès pour po-

lir quelques métaux ; ces meules font l'office de limes, cette différence près qu'étant animées d'un mouvemen rapide et continu, elles polissent presque instantanément l surface des objets qu'on leur présente.

Dans quelques contrées, certains grès à texture lâche e grossière sont employés à la confection des filtres pour l clarification des eaux. Les îles Canaries en possèdent d très-propres à cet usage ; mais celui qui jouit en Europ d'une certaine réputation s'exploite dans la Navarre. S texture poreuse, tout en s'opposant au passage des corp étrangers qui troublent la limpidité de l'eau, permet à ce li quide de s'y infiltrer rapidement. Quoique d'un grain pe serré, cette variété de grès se prête, mais grossièrement, a ciseau du sculpteur. Des imposteurs en avaient fait exécute des statues de saints, dont les têtes, en partie creuses, ver saient des larmes abondantes, en livrant passage à l'ea dont on les remplissait par une ouverture habilement dis simulée ; on comprend que la cavité où se trouvent les yeux présentant au liquide la partie la plus mince à traverser, l'ea arrivait facilement en cet endroit par gouttelettes, et la foul ébahie criait : Miracle !

On emploie surtout le grès pour le pavage ; aux environ de Paris, où la nature en a déposé des amas considérables il s'en fait une énorme consommation. Pour fabriquer le pavés, on recherche particulièrement les grès susceptible de se casser d'une manière régulière, comme les grès d'Or say, près de Palaiseau, de Fontainebleau, d'Auvers, de Beau champ, etc. Ces roches réunissent à beaucoup de dureté l propriété de se débiter facilement en petites masses. Un cou vivement appliqué suffit pour les fendre d'une manière nett et par larges éclats ; c'est ainsi qu'on façonne les pavés d forme généralement cubique, quelquefois parallélipipédiqu et de dimensions variables.

SABLES, GRAVIERS.

les ont la même origine et la même composition s; comme eux ils se composent ordinairement de érulents quartzeux, triturés par les eaux. Ils sont ujours mélangés avec des matières étrangères; quefois ils se présentent à l'état de pureté. Leur tantôt blanche, tantôt rougeâtre, grise ou brune. incohérents sont répandus dans les terrains mo- abondent surtout dans les terrains d'alluvions, en mouvement continuent à les produire et à les a mer, en battant la vaste ceinture des continents, à la formation d'une quantité considérable de le ensevelit dans ses profondeurs ou qu'elle jette ;es basses. Cette action s'est manifestée à toutes s géologiques; aussi trouve-t-on ces sédiments rrains anciens; mais avec cette différence qu'ils lutinés par un ciment, et qu'ils y constituent nt nous venons de parler.

; s'utilise dans plusieurs industries : mélangé ux, il forme la base essentielle des mortiers. On r cet usage le sable de rivière; celui de la mer, ou moins salé, nécessite un lavage à l'eau douce rrasse des particules salines, source d'humidité. nderies, pour le moulage des pièces, on se sert fin et onctueux. On sait que les objets en fonte, en laiton, etc., sont presque toujours coulés dans s terreux construits avec du sable un peu argi- èrement humide.

du fondeur est généralement tamisé; car le plus étranger et non calibré peut empêcher la par- tion du moulage. Du reste, la préparation d'un e et la connaissance du degré d'humidité qu'il lre pour se soutenir dans sa forme, et permettre temps le dégagement des vapeurs à travers sa

masse, exigent de la part de l'ouvrier beaucoup de pratique. Dans les fonderies des environs de Paris on se sert ordinairement du sable de Fontenay-aux-Roses, qui possède d'excellentes qualités pour cet usage ; mais, quand il s'agit de mouler certaines pièces, telles que des marmites, des plaques de cheminées et autres objets volumineux n'exigeant pas une grande pureté de surface, la plupart des sables tamisés peuvent convenir.

L'application la plus intéressante du sable a lieu dans les verreries et dans les cristalleries. Tout le monde sait aujourd'hui que le sable quartzeux, rendu fusible par l'addition d'un peu de soude ou de potasse, constitue la matière principale du verre. Cette découverte, attribuée aux Phéniciens, a rendu les plus grands services à l'humanité ; car non-seulement le verre sert à une foule d'usages dans les besoins habituels de la vie ; mais encore les sciences naturelles lui doivent une partie de leurs progrès. L'astronomie, la physique, la chimie sont parvenues, à l'aide du verre et du cristal, à un admirable degré de perfection.

Pour fabriquer le verre grossier, celui de bouteilles, par exemple, on peut indistinctement se servir de tous les sables plus ou moins pulvérulents, plus ou moins impurs, auxquels on ajoute des oxydes de fer et de manganèse comme matières colorantes ; mais, pour obtenir des verres blancs, on évite avec soin les matières qui contiennent des oxydes colorants ; on recherche les sables quartzeux les plus blancs, auxquels on ajoute, dans des proportions convenables, certains fondants, tels que de la soude ou de la potasse, ainsi que du carbonate de chaux, ou seulement de la chaux. Ces diverses substances sont mélangées de la manière la plus intime ; puis calcinées jusqu'à ce que le tout soit agglutiné en une masse. On fait fondre ensuite celle-ci dans de grands creusets ; en chauffant convenablement, la combinaison s'opère et la matière vitreuse entre en fusion : en cet état on la coule, on la moule ou bien on la souffle. Quant à l'espèce de

ée cristal, sa composition reçoit, en outre, une
roportion d'oxyde de plomb; il en devient plus
uiert un pouvoir réfrangible qui le rend plus
cristal qu'on emploie à la fabrication des in-
optique est désigné sous le nom de *Flint-glass*,
mite les pierres fines porte le nom de *Strass*.
s des verreries et cristalleries du nord de la
loitent aux environs de Reims, à la base du
crétacé; ceux d'Étampes, d'Aumont, de Long-
Fontainebleau, s'emploient de préférence dans
des environs de Paris. On choisit les plus purs
ıs. La finesse est une condition essentielle pour
nge du sable avec les fondants.
sables grossiers, aux graviers, et aux galets,
eux-mêmes que des sables d'un grain plus ou
on les trouve principalement dans le lit des
s rivières. Il en existe aussi de vastes dépôts
ur des continents. Le nord de l'Europe est en
t de ces cailloux roulés qui constituent le dilu-
ıcipal avantage que l'homme retire de ces ma-
ıérents est de les employer à l'empierrement
s et des routes.

SILEX.

Silex, ou *Silex pyromaque*, une matière sili-
ıcte, translucide sur les bords des éclats, et à
hoïdale. Elle se brise facilement en fragments
hants. La couleur en est le plus souvent grisâ-
ou blonde. Cette roche se présente sous forme
de plaques et de blocs, dans les calcaires des
ıcé et supercrétacé. C'est particulièrement dans
he du bassin parisien qu'abondent, en lits ho-
s rognons de silex pyromaques dont la forme
oujours tuberculeuse et à contours arrondis.

L'origine du silex de la craie est due, selon quelques géologues, à une notable quantité de silice que tenaient en solution les eaux dans lesquelles a eu lieu la précipitation de la craie blanche. Quand celle-ci s'est déposée lentement, la silice, au lieu de se mélanger au calcaire et de le rendre siliceux, se serait réunie par séries de nodules. De là des assises de silex régulières et étendues à différents niveaux; et les couches crayeuses qui les séparent marquent les intervalles de temps qui se sont écoulés entre leur production respective. On peut, en effet, concevoir qu'à mesure que de nouvelles précipitations avaient lieu, la solidification des silex qui servaient de support était trop avancée pour admettre la possibilité d'un mélange entre les rognons d'âges différents. D'autres géologues, s'appuyant sur les savantes expériences de M. Becquerel, relatives à l'électro-chimie, ne voient, dans la formation des silex pyromaques, qu'un phénomène purement électrique. Selon cette hypothèse, les particules siliceuses auraient été amenées sur certains points par des courants électro-chimiques et se seraient agglomérées successivement par série de nodules.

La propriété qu'ont les silex de faire feu sous le choc des instruments acérés, les a fait rechercher de tout temps pour la fabrication des *pierres à briquet*. Pour cet usage, on choisit principalement ceux de couleur blonde, à forme globuleuse, ceux dont la cassure est lisse, égale, et qui sont susceptibles d'être taillés en fragments à angles très-aigus. Comme la plupart des autres pierres, les silex perdent, par une longue exposition à l'air, la propriété de se laisser tailler facilement; aussi les ouvriers ont-ils soin de les débiter promptement lorsqu'ils sont encore imbibés de l'humidité de carrière.

La France possède les meilleures variétés de silex; pendant fort longtemps elle a exporté une très-grande quantité de pierres à fusil; mais, aujourd'hui, l'emploi du silex pour les armes à feu est en partie abandonné. En Europe, on

préfère les amorces fulminantes ; le briquet lui-même a été remplacé dans les villes par les allumettes chimiques. Grâce aux progrès des sciences, nous jouissons actuellement d'un grand nombre de procédés producteurs du feu, plus commodes et surtout plus prompts que le jeu du briquet ; néanmoins, c'est ce dernier qui prévaut et prévaudra toujours à la campagne ; car il est plus économique, ne produit aucun accident, et l'effet en est certain en tout temps.

SILEX MEULIÈRE.

Le *Silex meulière*, ou *molaire* se distingue du silex pyromaque par sa texture ordinairement celluleuse et par sa couleur blanchâtre ou rougeâtre ; il est opaque et souvent carié. Cette roche indestructible forme des blocs et des fragments enfouis dans les argiles arénacées du terrain supercrétacé. Elle est commune aux environs de Paris, qui l'emploie avec un grand succès pour les travaux de fondation, de canaux et d'égouts de tous genres. Les fortifications de Paris sont bâties en meulière caverneuse.

Un autre usage important des meulières, et pour lequel aucune matière ne peut leur être comparée, c'est de servir à la confection des meules à moudre les grains. Les plus renommées de ces meules s'élaborent à la Ferté-sous-Jouarre, (Seine-et-Marne) ; il y en aussi d'excellentes en Touraine et dans les environs de Bergerac (Dordogne). Malheureusement les grands blocs de meulières ne sont pas communs ; aussi fabrique-t-on le plus souvent les meules en morceaux de rapports. Pour être très-bonne, la pierre meulière doit présenter de nombreuses cellules ou cavités, mais peu étendues, afin que le grain puisse subir l'action de la meule, sans s'engager dans les cellules.

ROCHES CHARBONNEUSES, ou combustibles fossiles.

Anthracite.

L'*Anthracite* est une substance charbonneuse, noirâtre, opaque, d'un éclat demi-métallique, brûlant avec difficulté, sans flamme ni fumée, ni odeur bitumineuse. Du reste, son aspect est assez semblable à celui de la houille. Le principal gisement de l'anthracite appartient aux terrains de transition; mais on trouve aussi cette substance dans les terrains secondaires. On voit, le plus souvent, l'anthracite alterner avec des schistes argileux, des grauwakes et des calcaires; on le rencontre quelquefois dans la houille avec laquelle il se lie par une série de passages insensibles. Dans certains cas, on dirait que la houille elle-même a été changée en anthracite au contact des roches ignées. Cette hypothèse acquiert un certain degré de consistance, si l'on considère que l'anthracite se trouve généralement dans le voisinage des roches porphyriques. Or, nul doute que ces roches pyrogènes n'aient exercé une action calorifique sur les matières charbonneuses qu'elles traversaient et que le résultat de cette action n'ait pu priver quelques houilles de leur bitume, d'où serait résulté de l'anthracite.

Comme la houille, l'anthracite doit son origine à l'accumulation des végétaux des anciens âges; sa nature charbonneuse et les parties fibreuses qu'il présente ne permettent pas d'autres suppositions; il offre quelquefois, d'ailleurs, des empreintes de plantes qui, bien qu'altérées, paraissent appartenir à des espèces analogues à celles qu'on trouve dans l'étage houiller. La principale différence qui existe entre la houille et l'anthracite provient de ce que ce dernier, privé de bitume, brûle moins facilement et s'éteint dès qu'on l'a retiré du foyer; aussi, pour s'en servir, est-on obligé de le mêler à d'autres matières plus inflammables, tout en disposant les foyers de manière à recevoir un fort courant d'air qui active la combustion.

On peut faire usage de l'anthracite pour le chauffage domestique; mais ce combustible offre plus d'avantage dans les usines, surtout pour la cuisson de la chaux, des briques, des poteries, et pour une foule d'opérations industrielles où la chaleur est le principal agent. L'emploi de l'anthracite est encore assez limité en Europe; il n'en est pas de même aux États-Unis d'Amérique, où l'on tire bon parti des dépôts que la nature y a répandus avec une profusion extraordinaire. Si l'Angleterre est le pays classique de la houille, l'Amérique du Nord est celui de l'anthracite : la Pensylvanie, le Connecticut et la Virginie lui doivent une grande partie de leur prospérité.

Il n'y a pas encore longtemps qu'aux États-Unis l'anthracite était, en quelque sorte, dédaigné; on le regardait comme un combustible imparfait. Cette erreur ne pouvait durer dans un pays où le peuple est à la fois laborieux et intelligent. Le problème a été résolu : les Américains du Nord ont compris que l'usage de ce combustible, qu'on repoussait légèrement, exigeait seulement des soins particuliers dans ses applications. C'est en effet ce qu'ils ont reconnu; et, aujourd'hui qu'ils ont appris à s'en servir, ils l'estiment presque à l'égal de la houille.

Malheureusement, certaines variétés d'anthracite ont la fâcheuse propriété de décrépiter au feu, de s'y réduire en petits fragments et même en poussière. C'est là un inconvénient réel; car il s'introduit dans l'intérieur des fourneaux une grande quantité de débris pulvérulents qui s'entassent et gênent la circulation de l'air; en sorte que, lorsque les foyers ne sont pas convenablement construits, il faut, de toute nécessité, remédier à cette obstruction par un moyen quelconque. Le décrépitement de l'anthracite est dû à la petite quantité d'eau renfermée dans les pores microscopiques de la roche; quand cette eau éprouve l'action de la chaleur, la vapeur qui en résulte fait éclater la masse charbonneuse.

Malgré les soins que nécessite la combustion complète de l'anthracite, il n'en est pas moins constant que cette substance est très-propre à la plupart des usines, qui exigent une haute température. En France, où ce combustible se trouve dans diverses localités, il serait à désirer qu'on répandît les procédés nécessaires pour en rendre l'application plus facile et plus générale.

HOUILLE (CHARBON DE TERRE).

La *Houille* est une substance essentiellement composée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, différant de l'anthracite en ce qu'elle contient une matière bitumineuse en proportion variable. Elle est opaque, noire, luisante, quelquefois irisée, particularité qui résulte d'un commencement de décomposition. Elle s'allume et brûle facilement avec flamme, en répandant une fumée noire et une odeur bitumineuse.

Ce combustible minéral présente des propriétés très-différentes; sa qualité varie d'une localité à l'autre, et, dans la même mine, il se trouve quelquefois des houilles dissemblables que les ouvriers désignent par des noms spéciaux. Nous n'entrerons pas dans ces détails; nous dirons seulement qu'on peut en général classer les houilles en deux grandes divisions, savoir : la *houille maigre* et la *houille grasse* ou *maréchale*. La houille maigre brûle sans que les fragments s'agglutinent; elle est particulièrement propre aux usages domestiques. La houille grasse, beaucoup plus bitumineuse, a la propriété de se boursoufler, pendant la combustion, et de se ramollir à tel point que les fragments se collent entre eux. C'est cette propriété qui la rend si précieuse pour la forge ; car il en résulte une voûte qui, en garantissant le fer qu'on chauffe du contact de l'air extérieur, le préserve ainsi de l'oxydation.

Si l'on arrête la combustion de la houille, quand el

cesse de flamber, on obtient un produit charbonneux, dur, léger, celluleux, brillant, dépourvu de bitume, que l'on appelle *Coke*. Le coke provient non-seulement de la carbonisation, mais aussi de la distillation de la houille dans les fabriques à gaz d'éclairage; il s'emploie avec avantage dans les foyers domestiques et dans un grand nombre d'usines et d'ateliers de tous genres. Il brûle sans flamme, ne répand aucune fumée odorante, et produit beaucoup de chaleur.

Quant à l'origine de la houille, nous avons vu que ce combustible provient de la décomposition des végétaux des anciens âges. Quelquefois, cette formation semble résulter de l'accumulation et de la décomposition sur place de plusieurs générations successives de plantes diverses, comme cela a lieu pour la tourbe; d'autres fois, elle paraît due à l'entraînement et à l'accumulation de masses de végétaux dans des lacs ou dans des golfes. On comprend, en effet, qu'à la suite de soulèvements plus ou moins violents, les eaux, en se déplaçant, pouvaient balayer des îles, des parties de continents, et entraîner des masses de végétaux à des distances variables et dans des dépressions favorables; là, recouverts par des sédiments divers, ces végétaux auront subi une décomposition, une fossilisation, activée sans doute par les circonstances de température et de pression qui régnaient alors. Quoi qu'il en soit, on peut suivre, avec la plus grande évidence, et par des gradations insensibles, la transformation du bois en houille, depuis les lignites à peine altérés, jusqu'à la houille véritable, dans laquelle les apparences du tissu ligneux sont à peine visibles.

La houille, assez abondamment répandue dans la nature, forme des couches et des amas quelquefois considérables, à texture schistoïde, compacte, grenue ou terreuse. Ses principaux gisements appartiennent au terrain carbonifère, et surtout à l'étage houiller. Elle se rencontre aussi, mais en moins grande abondance,

dans quelques étages moins anciens, comme dans les marnes irisées et même dans le lias, selon quelques géologues. Au-dessus de cette dernière position, les débris végétaux ne se présentent plus qu'à l'état de lignite ou de tourbe.

« Les travaux qui ont pour but la recherche d'un gisement de houille, dit M. Burat, ne peuvent être tentés que sur des indices *directs* fournis, soit par des affleurements, soit par une complète identité des roches avec celles qui accompagnent des gisements connus. Quel que soit, par exemple, le terrain où l'on trouve des schistes bitumineux avec empreintes végétales, carbone disséminé, rognons ou nodules de fer carbonaté, on pourra pratiquer des recherches dans ces schistes. »

Au lieu de ces simples indications, s'il y avait dans le pays des affleurements de houille, il conviendrait de procéder par tranchées et de mettre à nu une plus grande étendue de points d'affleurements, afin de reconnaître l'allure de la couche. En général, pour inspirer une entière confiance, les affleurements de houille doivent avoir un caractère de suite et de régularité.

Une excellente manière de constater un gisement de houille ou de tout autre combustible, consiste à donner plusieurs coups de sonde. Les débris que l'instrument ramène à la surface suffisent pour indiquer la nature du terrain et la puissance du gîte perforé ; mais, pour que le sondage soit efficace, il faut avoir soin de reconnaître l'inclinaison des couches qu'on veut perforer, afin de pouvoir déterminer la direction des trous de sonde, lesquels doivent être généralement placés au toit des couches qu'il s'agit de traverser, de manière à en atteindre le plus grand nombre possible.

Bien que nous nous proposions, quand nous traiterons des mines, de donner une idée générale des procédés hardis et ingénieux qu'emploient les mineurs pour arracher

a terre les matières utiles qui s'y trouvent, nous voir signaler ici quelques particularités spé- xploitation de la houille. Cette exploitation ı effet, beaucoup plus de difficultés que celle des i exige-t-elle plus d'art et de prudence. Ici les aissent en foule; ils croissent, avec la puis- te. Souvent on n'a ni toit ni mur pour s'ap- ›rs le boisage qu'on établit ordinairement dans ›ur résister aux différentes poussées du terrain, nt, puisqu'on ne peut l'assujettir sur rien de donc dans la masse même du combustible, en des piliers plus ou moins espacés entre eux, ercher les moyens de concilier la solidité des c l'économie et l'enlèvement le plus complet la masse à extraire.

ıl, c'est de l'inclinaison et de la puissance des houille que dépend la méthode à adopter pour ; mais, quelle que soit cette méthode, les mi- rdent à reconnaître qu'elle doit reposer sur les ivants :

r les travaux de manière que le transport des ıs l'intérieur de la mine puisse s'exécuter com- et faire en sorte que les eaux se réunissent en ımun, d'où l'on puisse les extraire le plus faci- ble ;

er d'abord les massifs les plus profonds afin de ;éné par les eaux, et ne les quitter qu'après les ment épuisés ;

des travaux à grande section, afin d'obtenir la os fragments ; car la valeur du menu est compa- ıinime ;

à tous les travaux, pour condition première, e. [illegible] d'[illegible]

obstacle que présente souvent l'e[illegible]oitation

des houillères, est la présence de l'hydrogène carboné q s'en dégage, et que les mineurs désignent sous le nom d *grisou* ou de *gaz inflammable*.

Ce gaz, dont le poids spécifique est très-inférieur à ce lui de l'air, se dégage principalement dans les couches d houille grasse; il est moins abondant dans les couches d houille maigre. On remarque qu'il se répand, dans les chan tiers d'abattage, avec un bruit particulier comparable à celu que produit l'eau quand l'ébullition va commencer. Le dé gagement du grisou augmente à mesure que les travaux ap prochent d'une faille, d'un brouillage, d'un renflement, e généralement de toutes les places où la houille et le schist qui lui sert de toit sont friables et fendillés. Quelquefois s présence se manifeste à l'œil sous la forme d'une vapeu blanchâtre suspendue au plafond des galeries; d'autres foi il forme des espèces de bulles enveloppées d'une légère pel licule ressemblant à une toile d'araignée; mais on le recon naît plus sûrement à la flamme des lampes, qui devien bleue, s'allonge et s'élargit, lorsque l'air, encore respirable, en contient une certaine quantité.

Toutes les fois que le grisou s'accumule dans une partie des travaux où l'air est stagnant, et qu'il parvient à y former un cinquième ou un sixième du volume total, il devient explosif au contact de la flamme. Quand un pareil accident arrive, il en résulte une vive impulsion de l'air, dont la rapidité exerce en tous sens une pression considérable. La détonation, proportionnée au volume du mélange, est susceptible de produire les plus grands désastres, de frapper de mort la plupart des ouvriers, de bouleverser les travaux, et de communiquer le feu au boisage et à la houille elle-même. Le mal ne s'arrête pas là : des quantités considérables d'acide carbonique et d'azote, résultant de la combustion, font périr par asphyxie les malheureux qui ont échappé à l'action immédiate de l'explosion; car les courants de l'aérage, brusquement interrompus par l'ébranlement, deviennent d'autant

plus difficiles à rétablir, que les ouvertures qui servaient à les régler sont en partie comblées ou détruites.

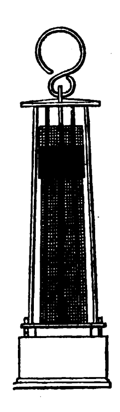
C'est surtout dans les vieilles galeries, dans les travaux anciens, que le grisou s'accumule en quantité notable. Ce gaz existe dans quelques houilles en si grande abondance, qu'il fait fréquemment éclater les lamelles du combustible. Il se dégage quelquefois de la houille grasse fraîchement extraite, au point qu'on peut l'enflammer à la superficie des tonnes, lorsque celles-ci arrivent au jour.

Pour combattre le grisou, la première idée qui se présenta jadis à l'esprit des mineurs fut de laisser s'établir la séparation des gaz et de porter le feu dans la partie supérieure où se fixe le gaz détonant. Ce procédé était très-dangereux pour l'ouvrier chargé de ce soin. Un autre moyen consistait à placer des lampes allumées à la partie supérieure des travaux, pour brûler le grisou au fur et à mesure qu'il y arrivait, en sorte qu'il ne pouvait s'en former de grandes accumulations. Ce moyen, qui diminuait le danger, fut abandonné, à cause de la production d'acide carbonique résultant de la combustion.

Deux moyens seulement, remarque judicieusement M. A. Burat, pouvaient conduire à un bon résultat pour combattre la présence du grisou : l'entraînement rapide du gaz hors la mine, ou bien un éclairage différent de celui qui était en usage. Le principe d'entraîner les gaz par un bon aérage laissait encore incomplète la solution du problème; car, de temps à autre, le dégagement du gaz inflammable était assez considérable pour détoner. Le mode d'éclairage seul pouvait donc aplanir les difficultés. On se servit d'abord de lampes placées dans les endroits les plus bas, et à distance des tailles; les ouvriers ne perdaient pas de vue ces lampes, et lorsque la flamme bleue, indice du grisou, commençait à se montrer, on les éteignait promptement. Plus tard, on découvrit que le grisou était d'une inflammation assez difficile, et que la chaleur rouge ne suffi-

sait pas pour la déterminer; c'est-à-dire qu'on pouvai danger porter un fer rouge dans ce gaz, la chaleur bl ou la flamme ayant seule la température nécessaire l'enflammer. Cette découverte fut mise à profit, et naissance au *rouet à silex*. Cet instrument se com d'une roue d'acier tournant rapidement sur un morce grès, et les étincelles qui en jaillissaient suffisaient éclairer le mineur. Tout imparfait qu'il était, ce pr d'éclairage jouissait d'une certaine considération, lors fin le célèbre chimiste Davy commença la série d'expér qui devaient le conduire à résoudre complétement le blème, et à doter l'industrie houillère de la *lampe de s*

En Angleterre, où les explosions se répétaient plu vent qu'ailleurs, on comptait, chaque année, un nombre de victimes. Beaucoup de mines de houille abandonnées par suite de ces épouvantables catastr Frappé de ces malheurs, Davy étudia avec soin la du gaz inflammable des houillères, et les moyens d'e venir l'explosion. Il se munit, à cet effet, d'une tion de gaz carbonés pris dans les mines de Newcas sur lesquels devaient porter ses expériences, éprouva sait-il, un plaisir indicible dans ses travaux, parce qu manité devait en retirer quelque profit. En effet, l'hab servateur découvrit bientôt que la flamme lampe, entourée d'une mince lame de mét cée de petits trous, n'enflammait pas à l rieur un mélange détonant, *alors mêm celui-ci entrait par les trous et brûlait dan térieur de la lampe*. C'est ainsi que Da conduit à construire la *lampe de sûreté* qu son nom, et qui, dans son état le plus si n'est autre chose qu'une lampe ordinai tourée d'une enveloppe en toile métalliq sée sur le réservoir, comme dans la fig contre :



Le mélange détonant brûle dans la lampe à mesure qu'il y arrive; mais la flamme ne peut se communiquer au dehors: elle s'éteint en passant à travers les fils rapprochés du treillis qui lui empruntent de la chaleur.

Toutefois, malgré cette belle découverte, qui est un véritable bienfait pour l'humanité, il arrive encore trop souvent des accidents dans les houillères. On a constaté, par exemple, qu'un courant d'air un peu vif peut pousser la flamme à travers le treillis et déterminer une explosion, si le grisou existe en assez grande quantité; aussi est-il sérieusement recommandé de ne jamais souffler sur la lampe de sûreté, qu'on a soin de placer constamment à l'abri des courants atmosphériques. Un tube en verre qui entoure une grande partie de la lampe est maintenant destiné à prévenir ces accidents.

Sur certains points des mines de houille, il se dégage quelquefois brusquement une grande quantité de grisou; alors les mineurs ont soin de consulter à chaque instant leur lampe de sûreté pour savoir s'il convient de se retirer. Le cylindre de cette lampe est d'abord rempli par une flamme bleue, au milieu de laquelle on distingue facilement la flamme de la mèche qui est d'une autre couleur; mais, lorsque la proportion du gaz inflammable devient considérable, la flamme de la lampe cesse d'être visible et se perd dans la flamme totale. Alors le danger est imminent; et l'on conçoit que les mineurs ne doivent jamais attendre ce moment pour abandonner leurs travaux, qu'ils reprennent ensuite lorsque la ventilation a entraîné au dehors la plus grande partie du gaz détonant.

Après cette digression, revenons au combustible qui fait le sujet de cet article.

La consommation de la houille dans les foyers domestiques est loin d'être, en France, aussi générale qu'en Angleterre; elle y est encore arrêtée par un préjugé populaire qui attribue une influence délétère à la légère odeur bitumi-

neuse que dégage, en brûlant, ce charbon minéral, et qu'on peut d'ailleurs éviter en disposant convenablement les foyers. Ce préjugé est si peu fondé, que, lorsque les houilles sont dépourvues de sulfure de fer, leurs vapeurs bitumineuses sont plutôt salutaires que nuisibles à la santé. En Angleterre, on attribue à la fumée de la houille la propriété d'arrêter la propagation de quelques maladies contagieuses; et, en effet, depuis que ce combustible est employé à Londres sur une grande échelle, certaines fièvres, autrefois périodiques, n'y ont plus reparu.

Du reste l'usage de la houille se répand de plus en plus partout où il est possible de la livrer à bas prix; et les grands moyens de transport de l'époque actuelle en propageront sans doute encore l'application. On sait que ce combustible est devenu un immense moyen de production. Non-seulement il peut remplacer le bois; mais il donne, à poids égal, une chaleur beaucoup plus intense; aussi est-il employé avec succès dans les fonderies, dans les manufactures et dans une multitude d'ateliers, où l'on en fait journellement une très-grande consommation. C'est, en quelque sorte, à la houille que les machines à vapeur doivent ces moteurs si puissants avec lesquels on remplace si avantageusement les machines hydrauliques et surtout les manéges d'autrefois, que les malheureux et les bêtes de somme arrosaient de leur sueur, tout en n'obtenant que de faibles résultats. Grâce aux merveilles de la vapeur, le monde a pris des allures nouvelles; et chaque jour nous restons confondus et saisis d'étonnement devant les prodiges qu'elle enfante. Enfin, c'est en distillant la houille dans des cornues de fonte ou d'argile qu'on obtient le gaz hydrogène carboné employé avec tant de succès pour l'éclairage. L'idée première de cette application est due à l'ingénieur français Lebon, qui, en 1786, fit paraître son *thermolampe*, sorte de poêle dans lequel il distillait du bois ou de la houille, afin d'obtenir à la fois de la chaleur applicable au chauffage

et des gaz propres à l'éclairage. Cette découverte, importée comme tant d'autres en Angleterre, y obtint un succès colossal. Elle y fut étudiée par Murdoch, qui, le premier, en fit l'application avec succès en 1792. Plus tard, elle reflua vers le continent, escortée d'appareils perfectionnés, inventés par les ingénieurs anglais. Aujourd'hui, comme chacun le sait, l'éclairage au gaz est établi dans les principales villes du monde civilisé.

« Toutes les qualités de houille, dit un savant professeur, M. Payen, ne sont pas également propres à la distillation. On doit préférer celles qui contiennent les plus fortes proportions de carbures d'hydrogène, et qui présentent à l'analyse le plus d'hydrogène en excès sur la quantité nécessaire pour former de l'eau avec l'oxygène de la même houille. Les diverses espèces de houille donnent des quantités et des qualités différentes de gaz ; elles exigent une température plus ou moins élevée et soutenue, laissent un *coke* plus ou moins estimé, enfin dégagent, suivant les proportions de bisulfure de fer qu'elles contiennent, des combinaisons de soufre avec l'hydrogène et avec le carbone, qui altèrent la qualité du gaz et nécessitent une épuration dispendieuse. On doit avoir égard à toutes ces circonstances dans le choix des matières premières. Les houilles de Mons et de Commentry, qu'on emploie généralement à Paris, donnent en moyenne 25 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes. On en obtenait un plus grand volume en faisant usage de la houille de Saint-Étienne ; mais le gaz était plus sulfuré. »

Le précieux combustible dont nous esquissons l'histoire est fort inégalement réparti à la surface du globe. L'Europe paraît être, sous ce rapport, la plus riche des cinq parties du monde ; mais cette richesse tient peut-être aux grands travaux de recherches qui y ont été exécutés. La houille abonde surtout en Angleterre, et c'est en grande partie à ce minéral que cette puissance doit sa prépondérance commerciale et industrielle. Après l'Angleterre vient la Belgique,

dont la production relative est également considérable. La France est moins favorisée ; de là l'introduction chez nous des houilles étrangères qui nous arrivent de Newcastle, du Sunderland et de Mons ; mais cette nécessité provient, en partie de ce que la plupart de nos exploitations ne peuvent qu'à grands frais expédier leurs produits dans bon nombre de départements.

Les principaux centres de l'exploitation houillère en France sont, vers le Nord, aux environs de Lille et de Valenciennes, où se trouvent les mines d'Anzin, si remarquables par les machines et par les grands travaux qu'on y a exécutés ; vers le Midi, sont les mines de Saint-Étienne, de Rive-de-Gier et de l'Aveyron, dont les produits alimentent les nombreuses usines de ces contrées et fournissent à l'économie domestique une énorme quantité de charbon minéral. Dans beaucoup d'autres localités, on exploite aussi ce combustible, mais en moins grande abondance.

On remarque que les gisements houillers d'Europe sont en général, concentrés dans sa partie occidentale, surtout en Angleterre, en Belgique, en France et dans la Prusse rhénane. La Saxe, la Bavière, la Bohême, l'Autriche sont comparativement moins riches que la France. Le Portugal, l'Espagne et l'Italie ont des gisements presque stériles ou inconnus ; mais cela tient sans doute au peu de développement de leur industrie minière. La Hongrie, la Moldavie, la Valachie, etc., ne possèdent que des houillères insignifiantes. La Russie, bien que plus riche sous ce rapport, est loin de posséder assez de houille pour satisfaire à sa minime consommation. En vain a-t-elle cherché par tous les moyens à encourager la découverte de gisements houillers sur son immense territoire ; en vain s'est-elle bercée de l'espoir d'appliquer les machines à vapeur à ses exploitations industrielles, et d'accélérer les moyens de transport dans ses vastes États ; la plupart de ses recherches ont été infructueuses pour trouver ce combustible en suffisante abon-

e n'est qu'à grands frais qu'elle l'obtient de l'An-

e est aujourd'hui le principal moteur de l'indus-
ınd auxiliaire du commerce, l'agent indispen-
ən-être matériel des peuples; elle est désormais
ensable aux sociétés civilisées que le fer, cet autre
prête un si puissant concours aux conquêtes de
De la combustion de la houille résulte la chaleur;
ìifie l'eau; ce gaz, ou plutôt cette vapeur, étroi-
ɔrisonnée dans des chaudières en fer, obéit au
homme, qui ne lui accorde ensuite la liberté
ue sa force expansive pourra imprimer le mou-
əs machines. A l'aide de ce puissant moteur, les
es les plus compliquées marchent et exécutent
ıx avec précision et célérité. Au mépris des vents,
les, les navires sillonnent les mers ou remon-
uves comme par enchantement. Les chariots,
e, courent spontanément sur les chemins de fer,
ıtesse prodigieuse. C'est à la houille que sont
ment dus la plupart de ces résultats, et le gaz
'on en retire vient, quand l'astre du jour a dis-
verser à son tour des flots de lumière!
ìsente une réflexion du plus haut intérêt: ne di-
que c'est pour le progrès de l'humanité que la
les premières époques géologiques, au lieu de
sans rien laisser après elle, est venue s'enfouir
railles de la terre? Ne dirait-on pas qu'avant la
l'homme la nature s'occupait déjà de ses be-
, en lui conservant ces précieuses couches de
lui permettent aujourd'hui de changer le carac-
industrie et de rêver un autre avenir?

LIGNITE.

e est un combustible charbonneux, d'origine vé-
ıllume et brûle facilement avec flamme, fumée

noire et odeur bitumineuse, en donnant un charbon qui continue à brûler, comme la braise de boulanger. Ses fragments ne se déforment jamais par la combustion, comme cela a lieu pour la houille. Le lignite est le plus souvent noirâtre ; son aspect résineux, luisant ou terne ; sa texture compacte, terreuse, schisteuse ou fibreuse ; mais sa poussière est presque toujours brune, tandis que celle de la houille est noire.

Ce combustible diffère aussi de la houille en ce qu'étant de formation plus moderne, les traces de son organisation végétale sont moins effacées. Dans quelques circonstances, il est si peu altéré, qu'on peut le travailler avec les instruments dont on se sert pour façonner le bois ordinaire.

Les végétaux qui lui ont donné naissance paraissent tous appartenir à des plantes dicotylédones, ayant la plus grande analogie avec celles de l'époque actuelle. Mais un trait qu'il importe de signaler, c'est que les dépôts de lignites ne sont pas aussi fréquents, aussi étendus, et surtout aussi puissants que ceux de houille, ce qui indique une progression décroissante dans la végétation. En effet, en continuant de siècles en siècles, l'abaissement graduel de la température et la diminution de l'acide carbonique de l'atmosphère ont dû amener successivement des conditions de moins en moins favorables au développement des plantes.

L'emploi des lignites, comparé à celui de la houille, est assez limité. Ceux qui ne répandent aucune mauvaise odeur par la combustion peuvent servir dans les foyers domestiques, et paraissent avoir sur la houille l'avantage de donner une braise et une flamme semblables à celles du bois. Dans quelques usines, on emploie indistinctement toutes les variétés de lignite ; mais ce combustible n'est guère propre aux fonderies, aux opérations qui demandent de hautes températures.

Le lignite est assez commun dans la nature. On le rencontre dans le terrain crétacé ; mais son principal gisement appartient au terrain supercrétacé, où il se présente en cou-

as ou en fragments plus ou moins décomposés. e la France en offre plusieurs dépôts assez con- ccompagnés, souvent, de coquilles fluviatiles

ɜ lignite est noir, luisant, assez dur, assez com- ître poli et travaillé au tour ou à la meule, il ı de *Jayet* ou *Jais*, et sert à faire des bijoux de et se trouve particulièrement en Catalogne, où e en boutons, pendants d'oreilles, croix, col- ets, etc. On en fait aussi de petits vases et des · l'ornement de quelques meubles. En France, département de l'Aude que ce genre d'industrie ś; mais le jayet qu'on y travaille est tiré d'Es-

'e emploie une variété de lignite friable, connue de *Terre d'Ombre* ou *Terre de Cologne*, loca- substance forme des couches assez étendues; ıur cet usage un lignite terreux, à grains fins, r brunâtre. Quelques variétés de lignite, péné- ites, ayant une tendance à s'effleurir, devien- de plusieurs établissements où l'on prépare l'a- ate de fer. Enfin il est aussi des lignites terreux n emploie à l'amendement des terres, soit après soit à l'état naturel.

TOURBE.

'une ou brunâtre, brûlant facilement, avec ou , donnant une fumée analogue à celle des her- et laissant, après la combustion première, une Ce combustible est ordinairement léger, spon- npacte, quelquefois mousseux. Sa texture varie ɜ du dépôt auquel il appartient et l'état de dé- où il se trouve.

ıe la tourbe se forme journellement dans les

marais des zones tempérées, par l'accumulation des plantes aquatiques. On peut en suivre la formation graduelle en partant de la surface où les plantes sont fraîches et vivantes et en allant vers les parties inférieures, où elles se présentent de plus en plus altérées.

La tourbe ne se produit pas indistinctement dans tous les lieux marécageux. On remarque que les régions intertropicales en sont totalement privées; ce qui fait supposer qu'une température élevée n'est pas favorable à cette production. Les naturalistes qui ont suivi la formation de la tourbe dans toutes ses périodes n'ont pu, jusqu'à ce jour, nous en donner une théorie satisfaisante. Tout ce qu'on sait, c'est qu'elle exige une constante humidité, le concours d'une température qui ne dépasse pas 10° à 12°, et des eaux peu profondes, ni trop stagnantes, ni trop souvent renouvelées.

On peut, dans certaines contrées favorables à sa production, mettre les marécages en coupe réglée comme les bois eux-mêmes; la tourbe étant extraite, il s'en produit de nouvelle qui, s'accumulant d'année en année, finit par remplacer celle qu'on a enlevée. La rapidité de cette reproduction est variable. Deluc assure qu'en Hollande elle n'exige que trente ans; mais, sur certains points de la France, on fixe à cent ans le terme de la régénération de la tourbe.

Un fait important à signaler, et que nous empruntons à M. Dufrénoy, doit trouver sa place ici : Il résulte de nombreuses analyses que la richesse en carbone des combustibles fossiles diminue d'autant plus que ces mêmes combustibles sont moins anciens. En effet, l'anthracite contient de 80 à 90 pour 100 de carbone; les houilles en renferment de 60 à 80; les lignites de 40 à 50; enfin, dans les tourbes, la proportion de carbone varie de 25 à 36 pour 100.

On rencontre la tourbe surtout dans les lieux bas et marécageux, dans les vallées qui ont peu d'inclinaison, et où il existe un courant d'eau. Certaines contrées montagneuses en présentent aussi dans quelques bas-fonds, où la stagna-

tion des eaux entretient une végétation vivace. Souvent la tourbe mousseuse est indiquée par la souplesse et par l'élasticité du sol. Ce sont là des signes certains de sa présence, et, comme elle ne se trouve jamais à de grandes profondeurs, la sonde est à la fois le moyen le plus sûr et le moins dispendieux de s'en assurer.

La première opération de l'exploitation des tourbières consiste à pratiquer des saignées dans la partie la plus basse du gîte, pour donner aux eaux un écoulement naturel; puis, lorsque l'asséchement est convenable, on exploite la tourbière, en commençant les travaux par la partie la plus basse de la vallée. On creuse, à cet effet, des fossés à petits gradins ayant environ 30 à 40 centimètres de hauteur, comme le louchet qui sert à les découper. Ces gradins sont séparés les uns des autres par un espace d'une certaine largeur, sur lequel les ouvriers marchent en découpant des prismes qu'on recueille au fur et à mesure et qu'on transporte dans un endroit sec et ventilé. Ce n'est qu'après une dessiccation complète qu'on peut ensuite les empiler et en former des meules, que l'on recouvre soigneusement avec du chaume.

Souvent les tourbières occupent un bassin sans issue pour l'écoulement des eaux. On cherche alors à ouvrir des puits absorbants, si la nature du terrain le permet, c'est-à-dire si le sous-sol présente, à une certaine profondeur, des couches sableuses ou crayeuses; dans le cas contraire, on exploite sous l'eau, en se servant du grand louchet. Cet instrument, manœuvré par deux hommes, permet d'extraire la tourbe à une profondeur de 5 mètres. Lorsqu'elle se trouve dans un état de mollesse presque liquide, on l'exploite à l'aide de la drague et ensuite on lui donne de la consistance, en la comprimant dans des moules percés.

L'exploitation de la tourbe est portée en Hollande à un rare degré de perfection. On sait que le peuple industrieux de ce pays est destiné, par sa position géographique, à lutter

continuellement contre les eaux ; aussi, nul autre ne connaît mieux que lui l'art d'élever une digue, de creuser un canal, de faciliter l'écoulement des eaux, d'exécuter, enfin, toutes les opérations qu'exige l'exploitation des tourbières. La tourbe est si abondante, dans le sol plat et marécageux de la Hollande, qu'on l'y rencontre presque partout à quelques mètres de profondeur. C'est là le principal combustible de la contrée.

Après celles de la Hollande, les plus riches tourbières sont situées principalement en Écosse, en Irlande et dans quelques États de l'Allemagne. La France en possède aussi un assez grand nombre : parmi les plus considérables, on peut citer celles de la vallée de la Somme, entre Amiens et Abbeville, celles des départements de l'Oise, de la Meurthe et du Doubs.

La tourbe est le combustible ordinaire d'un assez grand nombre d'ateliers ; elle sert surtout dans les opérations qui ont pour but de chauffer ou d'évaporer des liquides, comme dans les salines, les manufactures d'eau-de-vie et les brasseries. On l'emploie avec succès pour le chauffage domestique ; enfin les cendres de la tourbe sont recherchées pour l'amendement des terres et servent à développer la végétation des herbages.

GYPSE.

Cette précieuse substance, qui fournit le plâtre, est un sulfate de chaux hydraté, c'est-à-dire renfermant une certaine quantité d'eau. On peut facilement la rayer avec l'ongle. La texture en est cristalline ou lamelleuse, fibreuse, grenue, saccharoïde, compacte, etc.; sa couleur est le plus souvent blanche ou blanchâtre, mais quelquefois salie par des oxydes de fer qui lui communiquent des teintes jaunâtres. Le gypse est parfois mélangé de calcaire; d'autres fois de marne ou d'argile. Quand il est pur, il ne fait jamais effervescence



des, ce qui le distingue nettement des calcaires, re, d'ailleurs, par plusieurs autres caractères.

se rencontre dans presque tous les terrains ɜt notamment dans les terrains triasique et ɜ, où il forme des couches et des amas assez ı le trouve surtout en abondance dans l'étage mme si tous les éléments de la construction s'é- s à plaisir aux environs de Paris, pour l'édifica- des premières et des plus belles capitales du

tion du gypse est attribuée, par la plupart des oit à des vapeurs acido-sulfureuses dégagées du l, soit à des sources d'acide sulfurique qui au- certains calcaires ; de là serait résulté la transfor- ılcaire en sulfate de chaux. Ce phénomène paraît manifesté dans les eaux chargées de carbonate la combinaison résultant de la chaux avec les sulfureuses aurait donné lieu à des dépôts gyp- ı moins considérables.

une chaleur modérée, le gypse perd son eau de et devient friable. En cet état, et réduit en pou- itue le *Plâtre*, substance très-avide d'eau ; car, n la met en contact avec ce liquide, elle en ab- pour reconstituer le sulfate de chaux primitif. te propriété qu'est fondé l'emploi du plâtre dans

qui vient d'être dit, la différence qui existe se et le plâtre consiste en ce que le premier 'eau (environ le 20e de son poids), tandis que le contient pas, s'il est parfaitement cuit. Cette ige pas une forte chaleur, comme celle de la ux ; il suffit d'une température voisine de celle ın. L'habitude seule peut indiquer le point où le feu, et cette opération ne réussit pas toujours ; t y apporter trop d'attention, car la bonne qua-

lité du plâtre tient à un degré précis de cuisson, en deçà ou au delà duquel on n'obtient qu'un produit inférieur. Ainsi le plâtre qui n'est pas assez cuit n'absorbe l'eau qu'imparfaitement; s'il l'est trop, il se vitrifie en partie et ne colle plus assez quand on le gâche.

L'avidité du plâtre pour l'eau est telle, qu'exposé à l'air il ne tarde pas à s'altérer, en s'emparant de la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère. La rapidité avec laquelle il prend corps dans l'eau oblige les ouvriers à ne le préparer que par petites portions et à l'employer au fur et à mesure. Cette propriété qu'a le plâtre parisien de se consolider en peu de temps ne se retrouve pas au même degré dans les plâtres des autres contrées; aussi exporte-t-on le plâtre de Montmartre fort loin, soit dans les départements, soit à l'étranger, pour construire au moins la plupart des plafonds.

Le plâtre est rarement employé à cimenter les pierres et les moellons; on le destine plutôt à divers travaux d'embellissement, car il se prête très-bien à la décoration de l'intérieur des habitations : il sert à exécuter toutes ces moulures, toutes ces corniches qui ornent les appartements. La ténacité, la blancheur du plâtre le font rechercher aussi pour l'encadrement des fenêtres, des trumeaux, et une foule de décorations élégantes et peu dispendieuses.

Certaines variétés de gypse à grains fins, blancs et homogènes, et quelquefois cristallines, sont recherchées par les mouleurs pour obtenir un plâtre de première qualité qu'on emploie à la statuaire; car, par suite de la légère augmentation de volume qu'éprouve le plâtre gâché en se solidifiant, il s'applique vigoureusement contre les moindres dépressions des moules dans lesquels on le coule. Cette inappréciable faculté permet de multiplier à l'infini, et de livrer à bas prix les chefs-d'œuvre de la sculpture. Depuis quelque temps, surtout depuis qu'on exécute les copies réduites des maîtres, l'art du mouleur en plâtre a pris une grande exten-

voit chaque jour augmenter le nombre de ces statuettes, qui ont le défaut d'être fragiles ; ntribuent singulièrement à entretenir parmi nous beaux-arts.

Payen, le plâtre des mouleurs doit être cuit r de boulanger, où il se déshydrate plus conve- il doit être blanc et doué de la plus grande ›ssible, car on le gâche assez clair pour le cou- ɿes minces dans tous les détails des moules.

ne dissolution gélatineuse, le plâtre forme une ›acte (*Stuc*), imitant assez bien le marbre, lors- olie et colorée avec divers oxydes métalliques. on ajoute à cette pâte des fragments de cal- ɪi lui donne l'apparence d'une véritable brèche.

est compacte et d'une grande blancheur, le ête avec facilité à divers travaux de sculpture. il est connu sous le nom d'*Albâtre gypseux* ou On en fait des vases, des flambeaux, des déco- ›endules, etc. C'est en Toscane qu'on extrait seux et qu'on en fabrique, à bas prix, tous ces bjets de fantaisie qui ornent nos cheminées.

ussi dans la nature un sulfate de chaux anhydre, ›rivé d'eau (*Karsténite* ou *Anhydrite*). Quelques cette roche, d'un blanc grisâtre ou violâtre, en Italie de la même manière que les marbres. es tables et des chambranles de cheminées d'un agréable.

érentes applications du gypse, il faut joindre ;, peut-être, celle d'activer considérablement ı des fourrages. Cette propriété est si bien Europe et en Amérique, que, chaque année, la rte à l'étranger, et particulièrement aux États- norme quantité de plâtre destiné à cet usage.

SEL GEMME, SOURCES SALIFÈRES.

Il n'est pas de produit plus répandu et plus utile aux animaux que le *Sel marin* (chlorure de sodium). Cette substance existe dans la nature sous deux états différents soit en couches solides plus ou moins considérables dans le sein de la terre, comme le *Sel gemme*, soit en solution dans certains lacs, et particulièrement dans les eaux de la mer.

Le sel gemme est limpide ou blanc, quelquefois accidentellement coloré en gris, rouge ou bleu, et présentant un aspect vitreux. Il est formé de 40 parties de sodium et de 60 de chlore, et cristallise en cube. Il constitue des couches et des amas stratifiés, quelquefois très-étendus, et d'une puissance considérable, alternant avec des couches d'argile, de marne, de gypse, etc. Son gisement appartient à des terrains d'âges très-variés, depuis le terrain de trias, où les dépôts salifères sont assez communs, jusqu'au terrain supercrétacé. Bien que l'origine du sel gemme ne soit pas facile à expliquer, surtout pour des gîtes qui ont 100 et 150 mètres de puissance, on ne peut l'attribuer qu'à des eaux marines isolées ayant subi une évaporation plus ou moins prolongée. On conçoit, en effet, que, à la suite de cataclysmes, quelques parties des eaux de la mer aient pu être séparées ou jetées dans des dépressions ne recevant aucun cours d'eau douce; en sorte qu'avec le temps, et sous l'influence d'une température élevée, ces eaux salées, en se réduisant, auraient donné lieu aux phénomènes qui se manifestent dans nos marais salants.

Dans certaines contrées, le sel gemme forme des montagnes entières où le sel se présente quelquefois à nu, comme à Cardona en Catalogne. D'autres fois, il ne se trouve qu'à de grandes profondeurs ; et, pour l'arracher à son gisement, on est obligé de procéder à des excavations, soumises à toutes les règles de l'art des mines.

On cite un très-grand nombre de dépôts salifères da

toutes les parties du monde ; et l'on remarque que les plus considérables existent généralement sur les bords des vastes plaines ou des déserts. Les débris organiques qu'on rencontre dans ces gisements sont des lignites, mêlés quelquefois à des sables et à des cailloux roulés. Parmi les contrées les plus riches en sel gemme, nous citerons les deux versants des Carpathes, où l'on trouve, d'un côté, les abondantes mines de Hongrie et de Transylvanie, et, de l'autre, les célèbres salines de Wieliezka, aux environs de Cracovie, dans la Pologne autrichienne. Ce dernier dépôt salifère, le plus riche que l'on connaisse, présente une masse évaluée à plus de 100 lieues de longueur sur 40 de largeur. Les travaux d'exploitation s'étendent sur environ 3,000 mètres en longueur, 1,600 mètres en largeur, et 300 mètres en profondeur. Ces imposantes excavations présentent des salles taillées carrément dans le sel gemme, et soutenues par des piliers de la même matière blanche et transparente comme la glace. On y voit des écuries habitées par les chevaux qui font le service de la mine, et des lacs d'eau salée, sur lesquels on peut se promener en bateau. Quelques milliers d'ouvriers vivent dans ces souterrains durant plusieurs années, sans être incommodés de l'air qu'on y respire et des travaux auxquels ils sont employés. Il faut dire aussi qu'à tour de rôle, ces hommes viennent à la surface ; car, bien que ces souterrains soient parfaitement aérés, la lumière du jour est, pour l'homme, une condition de santé et même d'existence. Les mines de Wieliezka sont ouvertes depuis le treizième siècle, et comme les travaux y sont poursuivis chaque jour avec une grande activité, il en résulte des excavations considérables qui deviennent de plus en plus imposantes. On y voit, taillé dans le sel même, un escalier de plus de mille degrés, une chapelle assez vaste, et plusieurs grandes galeries admirables par leurs dimensions et par la régularité de leurs formes. Si, à toutes ces merveilles exécutées patiemment par la main de l'homme, on ajoute

l'éclat des parois réfléchissant la lumière des lampes, hauteur et la hardiesse des voûtes, l'élégance des piliers translucides, on aura une légère idée de cet aspect en quelque sorte féerique !

A Wieliezka, le sel gemme est d'une grande pureté; aussi y est-il exploité par blocs façonnés en petits tonneaux, qui sont immédiatement livrés au commerce; mais il n'en est pas de même dans d'autres dépôts salifères : ceux de l'Allemagne, par exemple, ne présentent le sel gemme que plus ou moins souillé de matières argileuses, et quelquefois mélangé à des matières terreuses. Dans ce cas, on l'extrait à l'aide des eaux qu'on introduit dans la mine et qu'on remonte à la surface lorsqu'elles sont convenablement saturées de sel; ce sel se dépose ensuite et cristallise au moyen d'une évaporation suffisante qu'on fait subir au liquide.

Dans quelques contrées du nord de l'Europe, on profite d'une basse température pour concentrer les eaux salées dans l'intérieur des mines : l'eau douce, à raison de sa plus faible densité, reste à la surface, et se congèle la première; on brise cette glace, qu'on enlève avec des rateaux; et, en opérant plusieurs fois de la même manière, on obtient des eaux salées concentrées au fond des bassins.

En France, nous avons plusieurs exploitations assez considérables de sel gemme; les principales sont celles de Vic et de Dieuze, en Lorraine. L'Angleterre possède les gîtes de Norwick, l'Espagne celui de Cardona, et la Suisse les salines de Bex. Outre ces dépôts salifères, on rencontre assez souvent, dans les mêmes contrées, des sources salées, dues, selon toute probabilité, à des eaux douces qui traversent des couches de sel gemme. On reconnaît le voisinage de ces sources aux petites particules de sel que déposent les eaux partout où elles suintent. Ces particules attirent ordinairement divers animaux dont les sens sont beaucoup plus fins que les nôtres. Plusieurs sources salées ont été découvertes sur de pareils indices.

Les eaux salées, comme on le pense bien, sont exploitées avec activité dans l'intérieur des continents. Leur valeur est d'autant plus grande qu'elles sont plus éloignées de la mer, et plus rapprochées d'un centre de population. On cherche d'abord à les obtenir à un certain état de concentration. Dans ce but, on les élève mécaniquement jusqu'à des réservoirs, d'où on les fait ensuite descendre à l'état de grande division, au moyen de fagots et de fascines placés sur leur passage; on recommence deux et trois fois la même opération; il en résulte une évaporation rapide qu'on augmente encore en établissant des courants d'air. Ce procédé est fondé sur ce que tout liquide doit, pour s'évaporer promptement, présenter à l'air le plus de surface possible. C'est ainsi qu'on obtient des eaux tenant en solution 20, 25 et jusqu'à 30 pour 100 de sel, et dont on achève la complète évaporation dans des chaudières, au moyen du feu. Quelquefois, comme à Moutiers, dans la Tarentaise, on fait couler les eaux salées bien réduites le long de cordes tendues verticalement sous des hangars; le sel cristallise sur ces cordes qui offrent une grande surface évaporante; et, quand elles sont recouvertes d'une croûte de sel suffisamment épaisse, on les en dépouille pour recommencer le même genre d'opération.

Tout le monde sait qu'on retire aussi le sel des eaux de la mer. Cette opération, qui se fait en grand, consiste à faire arriver l'eau salée, en couches minces, dans de vastes réservoirs, tapissés d'argile, qu'on nomme *marais salants*. Ici, l'évaporation s'obtient naturellement, c'est-à-dire que l'action de la chaleur solaire suffit pour concentrer le liquide, et pour le forcer de cristalliser à la surface de l'eau, où il forme une croûte qu'on brise, et qu'on entraîne avec des râbles sur les bords des bassins; c'est là ce qu'on appelle le *sel gris*.

Quant au *sel blanc* ou sel de table, on l'obtient en raffinant le sel gris. A cet effet, on fait dissoudre celui-ci à chaud, et

la liqueur qui en résulte, filtrée et concentrée dans des bassins étamés, dépose un sel qu'on enlève avec des écumoires et qu'on fait ensuite égoutter et sécher.

Les marais salants de la France sont situés principalement dans les départements de la Charente-Inférieure, de la Loire-Inférieure, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône. Ils ne fonctionnent que sous une certaine température, — depuis mars jusqu'en septembre.

On cite une multitude de lacs salés, particulièrement dans les grandes plaines continentales; l'Asie et surtout l'Afrique en possèdent un grand nombre. Comme le sel s'y reproduit constamment et avec rapidité partout où on l'enlève, il est évident que des sources salifères alimentent continuellement ces grands réservoirs, à la surface desquels s'effleurit le sel, qu'on peut recueillir chaque année à l'époque des grandes sécheresses. C'est sans doute au voisinage de sources ou de dépôts salifères qu'il faut attribuer la rareté de l'eau douce dans quelques contrées de l'Afrique. La plupart des eaux stagnantes, bien que limpides, ont, dans la Guinée septentrionale, un goût saumâtre et nauséabond. Nous avons été souvent témoin de cette particularité; et c'est presque toujours avec une profonde déception que, dans ces parages meurtriers, nous cherchions à étancher notre soif, rendue si impérieuse par la fièvre et par l'ardeur de la température.

Que dire sur l'application du sel, qui ne soit connu de tout le monde? Cette substance est, en effet, indispensable à l'homme; les animaux eux-mêmes en sont très-friands, car elle joue un rôle puissant dans leur nutrition. Dans l'intérieur du Brésil (au Certaô), où le sel est extrêmement cher, nous avons vu souvent des animaux domestiques passer des heures entières à lécher des argiles salifères, et ces animaux nous ont paru beaucoup plus gras, plus vigoureux que ceux des autres contrées de ce vaste empire, où les mêmes argiles n'existent pas.

On se tromperait, si l'on croyait que le sel n'est employé, dans la préparation de nos mets, que comme condiment, et qu'il serait facile de s'en passer; tout nous prouve, au contraire, que l'homme et beaucoup d'animaux ne pourraient longtemps subsister, s'ils en étaient tout à fait privés. Non-seulement le sel communique une saveur agréable aux aliments; mais, en stimulant les glandes salivaires et les parois de l'estomac, il facilite la digestion; aussi n'est-ce point un caprice, un raffinement de sensualité, qui porte l'homme à saler tout ce qu'il mange; mais bien un besoin très-impérieux, remontant au premier âge de l'humanité, et auquel tous les peuples sont instinctivement soumis.

Le sel rend une foule d'autres services : on sait qu'il conserve longtemps les aliments destinés aux approvisionnements. Il doit cette faculté conservatrice à son avidité pour l'eau; car c'est en soutirant l'humidité des viandes, des poissons, etc., qu'il préserve ces aliments de la fermentation putride. La *saumure* n'est autre chose que le sel fondu aux dépens de l'humidité.

Il sert à préparer la *Soude* du commerce, si nécessaire pour la fabrication du verre, des savons, etc. Leblanc est l'auteur justement célèbre de cette découverte dont les résultats ont dépassé toutes les espérances. En France on fabrique actuellement, chaque année, environ soixante-dix millions de kilogrammes de soude. Le sel entre dans la préparation de l'acide hydrochlorique; et l'on s'en sert aussi pour déterminer la vitrification de la surface de certaines poteries. En Allemagne, les matières salines impures sont employées avec succès pour fortifier les fumiers et les composts; on a fait l'observation que les fourrages saupoudrés de sel se conservent mieux et sont plus nourrissants; enfin les bestiaux auxquels on donne régulièrement une légère ration de sel sont en général plus vigoureux, plus sains, plus gras que ceux qui en sont privés.

Tant d'usages importants expliquent l'énorme consom

mation qui se fait en Europe de cette précieuse substance. Malheureusement le sel est, en France, à un prix très-élevé, à cause des droits qu'il supporte; et, bien que cet impôt ait été largement diminué, il est encore un obstacle à l'application en grand de cette denrée. Si le sel était à vil prix chez nous, comme chez nos voisins, il recevrait, surtout en agriculture, des applications générales et variées, dont les résultats bienfaisants ne tarderaient pas à se faire sentir dans les principales branches de la richesse publique.

ARGILES.

Les *Argiles* sont des roches composées de silice, d'alumine et d'eau, dans des proportions très-variables. Quelquefois elles se présentent à l'état de pureté; mais le plus souvent elles contiennent des particules de fer, de quartz, de mica, de magnésie et de calcaire. Elles ont un grain d'une finesse telle, qu'il est impossible d'en apprécier la ténuité. Les argiles sont généralement friables ou meubles quand elles sont sèches, et pâteuses quand elles sont mouillées; leur caractère distinctif est de faire presque toujours, avec l'eau, une pâte plus ou moins tenace, susceptible de prendre et de conserver toutes les formes qu'on lui donne. Soumise à l'action de la chaleur, cette pâte perd son eau, et ses molécules se rapprochent les unes des autres, ce qui produit un retrait. Dès que l'argile est cuite, elle devient dure, sonore, fragile, rude au toucher; l'eau n'a plus aucune action sur elle, et perd la propriété de la délayer.

Les argiles sont très-répandues dans la nature. On les trouve en couches stratifiées depuis le terrain carbonifère jusqu'aux dépôts les plus récents, alternant soit avec des calcaires, soit avec des matières arénacées. Elles doivent surtout leur origine à la décomposition des matières feldspathiques qui forment la base de la plupart des roches d'origine ignée. Nous voyons encore aujourd'hui des masses de

n voie de décomposition, se transformer graduel-
rgile, et donner naissance au kaolin, qui sert à
celaine et dont nous aurons bientôt l'occasion

es présentent, dans la nature, un grand nombre
sous le rapport de la pureté, de la finesse et de
Les unes, comme l'*argile plastique*, sont in-
s autres, au contraire, contiennent certaines
qui les rendent fusibles à une température plus
levée; leur coloration en rouge, rougeâtre ou
t due à divers oxydes de fer; quelquefois cette
st noirâtre ou grisâtre; et, dans ce cas, elle pro-
décomposition de matières organiques.
es impures sont abondantes à la surface de la
n trouve presque toujours dans le lit des cours
upart des terres arables, qu'on désigne ordinai-
s le nom de terres fortes, en contiennent une
antité unie à des sables siliceux. Dans l'intérieur
es argiles sont en général plus pures, plus liantes;
it, par leur imperméabilité, les eaux qui s'infil-
rs les matières incohérentes, et les forcent d'al-
 au jour sous la forme de sources.
iété qu'ont la plupart des argiles (l'*argile plas*-
laisser pétrir et d'obéir à la main du potier qui
et les cuit, est une des plus précieuses décou-
l'industrie humaine ait su tirer parti. En effet,
deste écuelle du pauvre jusqu'aux brillants ser-
e, depuis la poterie grossière jusqu'à la porce-
aristocratique, tous ces vases, grands ou petits,
modestes, aux couleurs variées, proviennent
erses dont la pâte, plus ou moins bien travail-
mise à l'action du feu. A raison de son utilité,
er est sans doute le plus ancien de tous; son
remonte à la plus haute antiquité, marque en
te les premiers pas de la civilisation.

Les argiles communes ou impures, les marnes même, quand elles ne sont pas trop calcarifères, peuvent servir à la fabrication d'objets grossiers, tels que tuiles, briques, tuyaux de conduite, carreaux d'appartements, etc.; mais, quand on veut obtenir des carreaux réfractaires, propres à la construction des hauts fourneaux, on rejette les argiles qui contiennent de la potasse, de la soude ou de la chaux; car ces substances communiquent à la masse une fusibilité plus ou moins grande.

En général, toutes les variétés d'argiles sont propres à la fabrication des poteries grossières dont la cuisson ne demande pas un grand feu. Il faut en excepter seulement les poteries dites de grès, qui exigent des argiles réfractaires; car, ne recevant aucun vernis, elles nécessitent une cuisson assez forte.

Dans certaines contrées, particulièrement en Espagne, on fabrique des vases dont l'usage essentiel est de rafraîchir l'eau. Ces vases, qu'on nomme *Alcarazas*, sont faits avec une argile ordinaire, rendue poreuse par une forte addition de sable fin; ils sont légèrement cuits et ne reçoivent aucun vernis; aussi laissent-ils suinter l'eau; et cette eau, dispersée à l'extérieur des parois par gouttelettes microscopiques, s'évapore promptement. Or, comme tout liquide qui passe à l'état gazeux absorbe du calorique latent aux dépens des corps environnants, il en résulte que l'eau contenue dans ces vases se refroidit peu à peu, et se maintient à une température de 10 à 15 et même 20° au-dessous de la température ambiante. Cette action rafraîchissante de l'eau est d'autant plus sensible que les vases sont exposés à un plus fort courant d'air; car l'évaporation étant alors plus rapide, le calorique absorbé est d'autant plus considérable.

Les argiles pures sont consacrées à la fabrication des poteries à pâte blanche, opaque et sonore, connues sous les noms de *terres de pipes*, de *faïences fines* ou *faïences anglaises*, parce que cette fabrication a pris naissance en An-

rs la fin du seizième siècle. En France, on fabri-
ıes faïences fines, à Creil, à Chantilly, à Choisy,
ı. Les pipes sont faites avec les mêmes argiles
ıces fines. C'est aussi avec une argile plastique
ıire qu'on prépare les creusets.

opérations sont nécessaires pour la préparation
éramiques. D'ordinaire, les argiles sont sou-
lavage qui les débarrasse de leurs parties gros-
ııite on en fait une pâte compacte et liante à la-
oute des substances dégraissantes, comme des
iceuses, de la craie, des os calcinés. Ces ma-
broyées à la meule avant d'être incorporées à
ıuis vient le pétrissage, que les ouvriers exécutent
ıieds ; enfin, lorsque la pâte est faite, on la laisse
dant plusieurs mois dans des caves humides ;
l ne reste plus qu'à façonner les pièces à l'aide
à les laisser sécher et à les cuire.

plus grandes difficultés de l'art du potier con-
calculer le retrait de la pâte, afin que l'objet sou-
sson ne perde rien de la régularité et de l'élé-
forme qu'il a reçue au moulage.

érature que nécessite la cuisson des argiles est
: tantôt elle est portée à une chaleur intense,
r la porcelaine, dont quelques pièces sont même
eurs fois ; tantôt on ne chauffe que légèrement,
nt alors des produits poreux, absorbants, dont le
résiste parfaitement à l'action du feu, avantage
ur les foyers domestiques.

es étant cuites, il faut les vernir ; car l'inter-
vernis ou *couverte* est nécessaire pour recou-
et faire disparaître la porosité des pâtes. La
vernis s'opère à une température plus faible
son de l'argile elle-même. Plusieurs substances
s éléments des vernis ; mais on se sert le
t du feldspath, de la ponce, du sel marin. Pour

la poterie grossière, on emploie ordinairement la galène réduite en poudre et connue sous le nom d'*Alquifoux*. Divers oxydes métalliques servent à donner aux vernis une couleur, le plus souvent verte, jaune ou rougeâtre, tantôt uniforme, tantôt bariolée.

Quant à la *Porcelaine*, elle provient d'une argile particulière, nommée *Kaolin*, et résultant de la décomposition sur place de certaines variétés de feldspath. Cette substance est blanche ou grisâtre, friable, tachante, maigre au toucher et fait difficilement pâte avec l'eau. Quelquefois elle renferme des grains de quartz et de feldspath non altéré qui nuisent à sa pâte, et dont on la débarrasse par des lavages. Les eaux troubles résultant de ces lavages, et qu'on laisse déposer dans des réservoirs, fournissent une pâte fine et homogène.

Les amas de kaolin se trouvent enclavés dans le terrain granitoïde. La France en possède d'abondants dépôts dans le Limousin, surtout aux environs de Saint-Yrieix près de Limoges; et c'est à ce riche gisement que sont dues les nombreuses fabriques de porcelaine de ce pays. C'est aussi le kaolin du Limousin qu'on emploie à la manufacture de Sèvres.

La porcelaine se fabrique à peu près comme les autres poteries; mais sa pâte, dégagée de toute impureté, se pétrit avec plus de soin; elle réclame aussi une plus grande délicatesse dans la préparation du moulage et surtout une cuisson plus intense. Grâce à un nouveau procédé de l'art céramique en France, on coule quelquefois la porcelaine dans des moules de plâtre, substance qui absorbe peu à peu le liquide délayant; aussi peut-on fabriquer une foule d'objets de fantaisie offrant les détails les plus minutieux, les formes les plus délicates et les plus capricieuses, comme, par exemple, des statuettes où les vêtements, les broderies, les dentelles, les rubans sont reproduits avec une rare perfection.

Quant au vernis de la porcelaine, il consiste en feldspath non altéré, parfaitement broyé et délayé dans l'eau. Les

t déjà subi une cuisson convenable, on les plonge ɜau, tenant en suspension le feldspath réduit en is on les remet au four, et l'action de la charifiant le feldspath, donne naissance à un vernis ıt et onctueux.

e et la peinture de la porcelaine sont l'objet de procédés particuliers, dans le détail desquels ›uvons entrer. Nous dirons seulement que les nt tirées de divers oxydes de cuivre, de chrome, èse, etc., et que l'intervention de la chaleur est ›ssaire pour fixer ces couleurs. C'est en France tent les plus beaux travaux de ce genre ; et l'or- ı de la porcelaine est arrivée chez nous à un si le perfection, que les chefs-d'œuvre de Sèvres ne .re dépassés. Ils sont, sous tous les rapports, 'art céramique poussé aux dernières limites de n.

ıe *Argile smectique*, ou *Terre à foulon*, une ar- ris verdâtre, très-hydratée, contenant presque peu de chaux, de magnésie et d'oxyde de fer ; fusible, grasse au toucher, et se délaye facile- l'eau, qu'elle rend plus ou moins savonneuse, former une pâte très-ductile. C'est à cette pro- t dû son emploi dans les foulonneries ; elle sert ıx étoffes de laine l'huile dont on est obligé laine pour la filer et la tisser commodément. le drap se mettent, avec la terre à foulon, dans ›leines d'eau ; et on les y foule jusqu'à ce que, té, l'argile se soit emparée du corps gras.

à détacher qu'on vend à Paris, et qui provient gypseux de Montmartre, de Pantin, etc., est gile smectique calcarifère. On l'emploie tantôt mélangée avec un peu de soude, qui lui donne de raviver les couleurs des étoffes. Pour s'en fit de la tremper dans l'eau, puis d'en frotter

l'étoffe tachée; il en résulte une couche terreuse qu'on laisse sécher, et qu'on fait ensuite disparaître avec une brosse; le corps gras disparaît aussi, absorbé qu'il a été par l'argile. C'est en petit l'action de la terre à foulon sur les draps.

On donne le nom d'*Ocres* aux argiles fortement colorées par des matières ferrugineuses. Lorsque l'oxyde de fer qu'elles contiennent est anhydre (oligiste), elles sont *rouges;* telle est la *Sanguine*. Elles sont *jaunes* quand l'oxyde est hydraté (limonite); mais ces dernières, après avoir été calcinées, deviennent ordinairement d'une couleur rouge plus ou moins foncée. On fait une grande consommation d'ocres pour la préparation des couleurs destinées aux peintures à la colle ou à la détrempe, et quelquefois à l'huile. La variété appelée *sanguine* est utilisée par les charpentiers pour tracer les traits de scie. Les crayons rouges dont on se sert pour dessiner se fabriquent avec des ocres lavées et puis agglutinées au moyen d'un mélange de gomme arabique et de colle de poisson. Les ocres employées en France viennent principalement des environs de Vierzon, de Saint-Amand (Nièvre), et de Pourain (Yonne).

Nous terminons ici la description des roches proprement dites, renvoyant à la partie de cet ouvrage relative aux applications agricoles ce que nous avons à dire des dépôts pulvérulents qui constituent les terres végétales. Jusqu'ici nous n'avons examiné que les grandes masses utiles, d'origine ignée et d'origine sédimentaire, qui jouent par leur abondance un rôle important dans la constitution de l'écorce terrestre. Nous allons maintenant passer en revue une foule de minéraux utiles, dont la plupart ne présentent pas des masses assez considérables pour recevoir le nom de roches.

CHAPITRE III.

—

ces minérales utiles, non-métallifères.

GRAPHITE.

hite, désigné aussi sous les noms de *Plomba-*
ine de plomb, est une substance d'un gris de
de fer, à éclat métallique, onctueuse au tou-
e de la propriété de tacher le papier ou les
:is métallique plombé, et se laissant facilement
ıper avec un instrument tranchant. Ce minéral
é de carbone, associé à une très-petite quantité
fer. Toutefois le fer qu'on trouve dans le gra-
être accidentel; en sorte que cette substance ne
du carbone pur, comme le diamant, mais à un
ıt d'agrégation moléculaire. Son poids spécifique
né par 2,4.

ite est dispersé surtout dans les roches du terrain
n le trouve dans les gneiss et dans les talc-
petites couches ou petits amas, quelquefois en
nodules. Il communique aux matières qui lui
gangue une couleur noire et un éclat métallique.
:, dans les plus anciennes roches primordiales,
le carbone a existé avant la solidification de la
ıveloppe terrestre; car le graphite ne paraît pas
ıe végétale, comme l'anthracite et la houille.

ite se montre dans un assez grand nombre de
entre comme élément constituant dans certaines

roches ; mais le plus beau gisement connu, celui qui, par son abondance, par sa pureté et par sa compacité, donne lieu à une exploitation très-lucrative, se trouve à Borrowdale, dans le Cumberland. On en fait des crayons fins très-chers et fort estimés. Pour maintenir leur prix et leur réputation, on assure qu'on a soin de rejeter dans le puits tout le graphite qui n'est pas assez pur, et de fermer la mine, quand on en a extrait une quantité suffisante à la consommation de chaque année. Le graphite de Passaw, en Bavière, donne aussi des crayons de bonne qualité, quoique inférieurs à ceux du Cumberland. En France, on fabrique de semblables crayons bien enchâssés dans un bois convenable ; mais ils sont beaucoup moins estimés des dessinateurs. Leur infériorité tient, sans doute, à la qualité du graphite qu'on emploie, et dont les parties n'ont pas entre elles autant d'homogénéité, autant de cohésion que celles du graphite anglais.

Cependant Conté prit, en 1795, un brevet d'invention pour un procédé qui permet d'obtenir d'assez bons crayons dits *mine de plomb*, avec des mélanges convenables de graphite pulvérisé et d'argile, convertis en pâte et qu'on moule dans une sorte d'étui. A l'aide d'un sciage habilement exécuté, on extrait ensuite de cette masse des baguettes traçantes que l'on enchâsse dans le bois.

Le graphite s'emploie aussi pour divers autres usages : seul, il sert à adoucir le frottement de quelques machines de bois ; réduit en poudre fine et délayé avec de l'huile, on l'applique sur le fer, sur la tôle des tuyaux de poêles et des fourneaux, qu'il colore en gris de plomb et préserve de la rouille ; pétri avec la graisse, il est utilisé pour adoucir le frottement des essieux des machines en fer. Enfin il sert à la fabrication de certains creusets éminemment réfractaires.

BITUMES.

On donne ce nom à des matières liquides ou visqueuses, de couleur noire ou brune, quelquefois molles comme de la poix, d'autres fois solides, mais se ramollissant à une température qui dépasse rarement celle de l'eau bouillante. Tous les bitumes sont éminemment combustibles et brûlent avec flamme et fumée épaisse, en dégageant une odeur forte qui leur est particulière.

Nous avons vu que la houille et le lignite étaient susceptibles de donner du bitume par distillation; il en résulte que la plupart des bitumes, tels qu'ils se présentent à nous dans la nature, pourraient bien n'être que le résultat de la décomposition de masses de végétaux, sous l'influence de circonstances spéciales. Mais l'impossibilité où l'on se trouve d'expliquer d'une manière satisfaisante la grande quantité de bitumes répandus à la surface de la terre, l'existence de ces matières dans les roches ignées, dans les filons, leurs rapports constants de gisement avec les salses, les éruptions gazeuses, et les sources thermales et minérales, ont engagé les géologues à leur attribuer en outre une origine, sinon volcanique, du moins résultant de ces causes souterraines qu'on désigne sous le nom d'agents plutoniques.

Le bitume se rencontre dans des terrains très-variés d'âge et de composition, mais le plus souvent dans les terrains tertiaires. Il s'écoule parfois à travers les fissures des roches et en couvre la surface sous forme de pellicules mamelonnées; d'autres fois, on le voit flotter sur l'eau.

La consistance des bitumes, avons-nous dit, est très-variable. Les uns sont solides et se rapprochent des houilles grasses; les autres, au contraire, sont d'une fluidité presque constante. Du reste, leur composition est analogue à celle des combustibles fossiles : c'est toujours du carbone uni à une certaine quantité d'hydrogène et d'oxygène. Parmi les va-

riétés susceptibles d'applications, nous citerons l'Asphalte le Pissasphalte, le Naphte et le Pétrole.

L'*Asphalte*, ou *Bitume de Judée*, est noir, solide, à cassure vitreuse et conchoïdale, fusible à une température plus élevée que l'eau bouillante. Cette substance, connue dès la plus haute antiquité, flotte en abondance sur le lac de Judée, ou lac Asphaltique. Le vent la pousse continuellement dans certaines anses, où on la recueille. Les Égyptiens se servaient autrefois de l'asphalte pour embaumer les cadavres des hommes et de quelques-uns de leurs animaux sacrés.

Le *Pissasphalte*, nommé aussi *Malthe* ou *Goudron minéral*, est un bitume également noirâtre, exhalant une odeur de goudron, solide à une température de 12 à 15 degrés, devenant gélatineux à une température plus élevée, et se fondant toujours dans l'eau bouillante. Souvent il est mélangé avec une certaine quantité de calcaire, d'argile ou de sable. Il forme des couches et des amas dans les étages des faluns et de la molasse, particulièrement aux environs de Dax (département des Landes), à Seyssel (Ain), à Neufchâtel (Suisse), etc.

Le *Naphte* et le *Pétrole* sont liquides et ressemblent à des huiles volatiles. On les trouve dans un grand nombre de localités, en France, en Italie, en Grèce, au Pérou, etc.

Ces diverses variétés de bitumes s'exploitent assez facilement; lorsqu'ils coulent à la température ordinaire, on peut les recueillir dans un certain état de pureté. Il suffit de pratiquer des cavités dans les couches bitumineuses, et le liquide visqueux, transsudant de toutes parts, vient s'y réunir. Quand ils sont solides et mélangés à des matières terreuses, on les jette simplement dans de grandes chaudières d'eau bouillante; alors la matière grasse fond et surnage à raison de sa faible densité, ce qui permet de l'enlever avec facilité. Enfin, quelquefois, lorsque des terres argileuses contiennent 15 à 20 pour 100 de bitume, on les amoncell

et l'on y entretient du feu vers le centre : l'action de la chaleur fond le bitume qui s'écoule, au moyen de conduits, dans des bassins établis pour le recevoir.

Les bitumes s'appliquent à divers usages : ceux qui sont huileux (Naphte et Pétrole) servent à graisser des machines, à enduire des agrès, des cordages. On les emploie avec succès pour la conservation des bois, des grosses toiles ; dans quelques localités, on s'en sert pour l'éclairage des phares qui bordent les côtes maritimes. Le bitume pissasphalte entre dans la fabrication de quelques ciments qui s'opposent au passage de l'humidité. Enfin, depuis un certain nombre d'années, le pissasphalte est la base essentielle du dallage des places publiques et des trottoirs. On le mélange à chaud avec des matières crayeuses, des sables et des graviers ; il en résulte un poudingue pâteux qui, s'appliquant sur un sol préparé et résistant, le recouvre, en quelque sorte, d'une seule dalle élégante et solide.

SUCCIN.

Cette substance, qu'on appelle aussi *Ambre*, est une résine fossile, résine qui découlait jadis des arbres aujourd'hui convertis en lignites ; elle est jaune ou jaunâtre, quelquefois rougeâtre ou brunâtre, le plus souvent transparente, mais parfois opaque comme de la cire. Elle forme des rognons qui renferment souvent des insectes d'une délicatesse extrême et parfaitement conservés. Le succin fond facilement, et brûle avec flamme et fumée, en répandant une odeur aromatique qui lui est particulière. Il se compose de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Son poids spécifique est de 1,1.

Quant à son gisement, le succin se trouve dans les dépôts postérieurs à la craie, parmi les sables et les argiles qui accompagnent les lignites de l'argile plastique. On en rencontre dans diverses localités, telles qu'à Au-

et à Meudon près de Paris, dans le Soissonnais, aux environs de Saint-Lon près de Dax; mais la plus grande partie du succin vient des côtes méridionales de la mer Baltique, en Prusse, entre Kœnigsberg et Memel. On l'y recueille tantôt sur les bords des ruisseaux, où il est entraîné par les eaux; tantôt sur la plage, en fragments isolés; et quelquefois on va le détacher des dépôts de lignites, où il se trouve dans les escarpements de la côte.

Le succin, qu'un léger frottement suffit pour rendre odorant, était fort recherché par les anciens. Au temps de la république romaine, il formait encore un des principaux objets d'échange entre le Nord et le Midi. Les dames, surtout, en faisaient une très-grande consommation pour une foule d'ornements, tels que colliers, bracelets, etc. De nos jours seulement quelques coffrets, des boîtes, des poignées d'instruments divers, des bouts de tuyaux de pipes sont recherchés par les Orientaux. Il entre aussi dans la composition de quelques vernis qui ont beaucoup d'éclat et de durée.

GUANO.

Cette substance singulière, dont on doit la connaissance à M. de Humboldt, est d'un jaune sale, d'une odeur forte et ambrée, noircissant au feu et exhalant une odeur ammoniacale. Sa composition est analogue à celle de la fiente des oiseaux; on y reconnaît la présence d'acides divers, de la chaux, de l'ammoniaque, unis à une substance grasse et à des sables quartzeux. Le *guano* se trouve en abondance sur la côte du Pérou, dans quelques îles de l'Amérique du Nord et de la côte occidentale d'Afrique, où il forme quelquefois des dépôts de 15 à 20 mètres de puissance. Il doit son origine à l'accumulation séculaire d'excréments et de cadavres d'une multitude d'oiseaux de mer, qui vivent et meurent dans ces parages solitaires.

La fertilité des côtes du Pérou est due au guano. Cet

engrais, fortement azoté, s'emploie surtout pour la culture des céréales ; l'action en est si énergique, qu'il convient de le mêler à des matières terreuses, avant de le répandre sur le sol qu'on veut fertiliser. Importé en Europe depuis seulement quelques années, ce précieux engrais y a été soumis à une foule d'expériences qui ont donné de beaux résultats ; et maintenant que la réputation en est faite, il n'est pas rare de voir sortir, chaque année, des ports d'Angleterre et de France, un assez grand nombre de navires allant chercher, par delà les mers, un engrais qui nous manque, et dont la pénurie se fait chaque jour sentir davantage.

NATRON, URAO.

Le *Natron* (*Carbonate de soude*) est une substance saline, d'une saveur caustique et urineuse; soluble dans l'eau et susceptible de donner des cristaux qui, au contact de l'air, tombent promptement en poussière.

Il se trouve dans les plaines basses des continents, aux environs de quelques lacs dont les eaux en contiennent en solution une certaine quantité. Pendant les grandes chaleurs, alors que les lacs se dessèchent, le natron se montre avec abondance à la surface du sol et sous forme d'efflorescences qui ressemblent à de la neige. C'est ainsi qu'on le rencontre dans les plaines de la Hongrie, autour de Debreczin, en Égypte, en Arabie et dans l'Inde. Le natron se trouve aussi quelquefois, mais en petite quantité, dans les terrains volcaniques, comme au Vésuve et à l'Etna, où il s'effleurit à la surface des laves.

Une autre espèce de natron, connue en minéralogie sous le nom d'*Urao*, forme des dépôts solides dans certains terrains argileux de formation assez moderne. L'urao se montre en Colombie et en Afrique ; on présume que c'est de sa décomposition que provient le natron dont nous venons de parler.

Quoi qu'il en soit, ces deux substances sont des sels (soude très-utiles, particulièrement pour la fabrication (savon et du verre ; aussi en faisait-on autrefois une gran(importation en France. Ces matières nous arrivaient d'E pagne et d'Égypte ; mais aujourd'hui la presque totalité (la soude est préparée, comme nous l'avons déjà dit, par décomposition du sel marin. Cette importante découvert(due au chimiste Leblanc, a affranchi la France d'un tribu annuel de plus de vingt millions de francs. Toutefois, si Le blanc en a été l'inventeur, il n'a pas su l'exploiter indus triellement, et c'est grâce à M. Darcet qu'en 1804 la fabri cation de la soude artificielle est devenue un art régulier C'est en effet ce chimiste qui a fondé les premières fabri ques de ce genre aux environs de Paris (à la Folie prè Nanterre, et à Saint-Denis).

La soude est une substance on ne peut plus utile pou un très-grand nombre d'usages industriels qu'il nous est impossible d'énumérer ici. Elle entre dans la composition de plusieurs médicaments, et joue, ainsi que d'autres al- calis, un rôle important dans l'acte de la végétation.

SOUFRE.

Tout le monde connaît cette substance; la couleur en est ordinairement d'un beau jaune ; quelquefois elle est verdâtre, brunâtre ou rougeâtre, par suite de mélanges. Soumis à une température de 111°, le soufre fond ; chauffé davantage, sa fluidité se maintient jusqu'à 150°; passé ce terme, elle diminue sensiblement; sa couleur devient de plus en plus orangée, rougeâtre et brune; sa visco- sité s'accroît aussi avec l'élévation de la température. Le soufre est pâteux et consistant de 200 à 250° ; il reprend au delà de ce terme une fluidité nouvelle ; vers 400°, il en- tre en ébullition et se distille sans résidu s'il est pur. Tou- ché par le feu, il brûle en développant une flamme bleue

et en se transformant en acide sulfureux dont l'odeur est caractéristique.

Dans l'état actuel de nos connaissances chimiques, le soufre est un élément, c'est-à-dire un corps simple, qu'on ne peut décomposer par aucun procédé connu. Il est abondamment répandu dans la nature, tantôt pur et tantôt associé à des substances métalliques ou terreuses. A l'état pur, il est souvent cristallisé en octaèdre; souvent aussi il se présente à l'état compacte et en stalactites, dans les terrains volcaniques; quelquefois il forme des nids, des couches ou des amas. On trouve le soufre dans des roches quartzeuses, dans des gîtes métallifères, et à tous les étages des terrains sédimentaires, accompagné, presque toujours, de gypse, de sel gemme et de matières argileuses; mais c'est dans le voisinage des volcans en activité qu'il se montre avec le plus d'abondance. En effet, le Vésuve, l'Etna, les volcans des Andes, et surtout ceux d'Islande, en présentent des dépôts considérables. Dans cette dernière localité, le soufre est si abondant, qu'on peut l'extraire à la pelle, comme du sable; il se dégage de toutes les fissures voisines des cratères avec une activité surprenante. Les solfatares en rejettent encore une plus grande quantité, et c'est à ce dégagement permanent qu'elles doivent leur dénomination. Ce sont surtout les solfatares de l'Etna qui nous fournissent tout le soufre nécessaire aux besoins de l'industrie.

En général, le soufre n'est pas assez pur pour être versé dans le commerce tel qu'il sort des soufrières. D'ordinaire on en extrait la gangue et les parties terreuses les plus grossières; puis on le purifie, en le chauffant légèrement dans des pots de terre cuite, fermés par un disque également en terre et luté avec de l'argile. Ces pots, disposés dans un fourneau, communiquent, au moyen de tuyaux, avec d'autres vases dont les fonds, percés de trous, reposent sur une tinette remplie d'eau. Sous l'influence de la chaleur, le soufre se liquéfie, coule dans les tuyaux et vient

se condenser dans l'eau où il se fige. En cet état, on le nomme *Soufre brut;* il n'est point encore assez épuré; et, suivant le service auquel on le destine, on le purifie de nouveau en le faisant refondre dans des chaudières où il dépose toutes ses impuretés; après quoi on le décante avec une grande cuiller; puis on le moule dans des tubes de bois humides, où il prend la forme que l'on connaît au *Soufre en canon.*

Quand on veut obtenir la *fleur de soufre,* on chauffe convenablement le soufre brut dans une chaudière fermée qui communique, par un conduit, avec une chambre en maçonnerie, destinée à recevoir le soufre à l'état de vapeur; là, cette vapeur se refroidit, se condense, et se précipite en poudre d'une grande pureté, et d'une ténuité extrême.

De cette manière, on peut extraire aussi le soufre des sulfures de fer et de cuivre (pyrites); car, sous l'influence de la chaleur, les métaux abandonnent cet élément avec lequel ils sont combinés; de sorte qu'en recueillant les vapeurs sulfureuses dans des appareils, leur condensation amène un résultat analogue à celui que nous venons d'énoncer. Le soufre obtenu ainsi a rendu de grands services pendant la crise commerciale de l'empire, époque à laquelle cette substance était alors fort rare, et pourtant de la plus grande nécessité.

Les usages du soufre sont nombreux. La consommation qu'on en fait, dit M. Payen, suffit pour donner la mesure de l'état ou de l'importance de la chimie industrielle chez les peuples civilisés. Le soufre s'emploie pour la fabrication de la poudre à canon, pour la préparation de l'acide sulfureux et surtout de l'acide sulfurique, précieux agent de la plupart des manufactures, et qui, à lui seul, en absorbe d'énormes quantités. On se sert aussi du soufre pour la préparation d'un grand nombre de sulfures d'un usage continuel, tels que le *Vermillon,* l'*Orpiment,* etc. Il entre dans beaucoup de manipulations pharmaceutiques. Les mo-

deleurs et les graveurs se servent du soufre fondu pour obtenir de belles empreintes de médailles; pour cela, ils coulent sur la médaille, légèrement huilée, du plâtre gâché, et obtiennent ainsi un moule en creux dans lequel ils versent ensuite du soufre qui prend l'empreinte de la médaille. Liquéfié, le soufre s'attache aux tissus de toile qu'on y plonge; on obtient ainsi des mèches soufrées qu'on fait brûler dans les barriques humides, afin d'y produire du gaz acide sulfureux qui s'oppose à la putréfaction de divers liquides, notamment des vins, de la bière et du cidre. Enfin l'admirable facilité avec laquelle le soufre s'enflamme le rend précieux dans les usages domestiques; aussi son intervention est-elle nécessaire dans les allumettes de tous genres. Une particularité qu'il importe de signaler, c'est qu'il peut servir facilement à éteindre les feux de cheminées : il suffit, pour cela, de jeter quelques poignées de fleur de soufre dans le foyer, dont on ferme aussitôt l'ouverture à l'aide d'un drap mouillé; alors, par sa combustion, le soufre se transforme en acide sulfureux, et dans cette transformation, il absorbe assez rapidement l'oxygène pour arrêter et même pour éteindre le feu.

ALUN, ALUNITE.

L'alun est une substance blanche, soluble, d'une saveur acerbe, composée de sulfate d'alumine et de sulfate de potasse ou d'ammoniaque; il se trouve en efflorescence à la surface de certains schistes argileux de la formation houillère, et notamment des schistes alumineux. L'alun se forme journellement dans les houillères embrasées, dans les solfatares, et surtout dans les cavités des orifices volcaniques, où ce sel cristallise habituellement en octaèdres. Selon quelques voyageurs, on trouve aussi l'alun, à l'état libre, en assez grande quantité dans les déserts de l'Égypte et de l'Arabie; mais la plus grande partie de l'alun s'extrait de

l'*Alunite*, roche qui paraît devoir son origine à des vapeurs sulfureuses dégagées du foyer central et réagissant sur des roches trachytiques dont le feldspath est à base de potasse. L'alunite se trouve à la Tolfa, dans les États romains, à Piombino sur la côte de Toscane, en Hongrie, etc.

Partout où les matières alunifères sont abondantes, on cherche à les extraire pour en retirer l'alun qu'elles contiennent; mais ces matières n'étant pas très-communes, on les remplace en provoquant la décomposition des sulfures de fer (pyrites), mélangés d'argile, qu'on trouve dans divers terrains et qui fournissent une assez grande quantité d'alun. Les manufactures d'alun sont aujourd'hui assez nombreuses. On en compte en France plusieurs où l'on prépare ce sel avec une grande pureté.

L'alun s'emploie en teinture comme mordant, c'est-à-dire qu'il sert à fixer les couleurs sur les étoffes. Pour bien comprendre son action dans ces sortes d'opérations, supposons qu'une goutte de vin rouge tombe sur un linge sec et blanc; l'eau enlèvera facilement cette tache; mais si une goutte semblable tombe sur le même linge déjà imprégné d'une solution d'alun, la tache sera persistante; ainsi, dans la teinture, l'alun sert d'intermédiaire entre la couleur et le tissu. On emploie aussi l'alun pour préparer l'acétate d'alumine, qui est d'un usage fréquent dans les fabriques de toiles peintes; on s'en sert dans la mégisserie, pour la préparation des peaux blanches; la médecine l'utilise comme astringent; enfin on peut, en quelque sorte, rendre incombustibles les bois, les toiles, etc., en les imprégnant d'une forte solution d'alun.

MAGNÉSIE SULFATÉE.

La *Magnésie sulfatée* (*Epsomite* de M. Beudant) est blanche, soluble, d'une saveur très-amère. Elle se trouve soit en efflorescence à la surface de la terre, comme dans

les steppes de la Sibérie, soit en petites masses fibreuses dans les dépôts salifères. On la trouve aussi dans les eaux de la mer, et surtout en solution dans certaines eaux minérales purgatives, comme à Epsom en Angleterre, et à Sedlitz en Bohême. Par l'évaporation de ces dernières eaux, on peut obtenir de très-beaux cristaux de sulfate de magnésie.

Ce sel est fréquemment administré comme purgatif. On emploie en outre, pour le même usage, les eaux minérales qui le contiennent naturellement.

MAGNÉSITE.

La ***Magnésite***, qu'on désignait autrefois sous le nom de ***Magnésie plastique***, est une substance blanche, grise ou rosâtre; toujours tendre, sèche au toucher, d'un aspect terreux, et composée de magnésie, de silice, d'alumine et d'eau. On la trouve en veines, en rognons ou en couches, soit dans les roches serpentineuses, soit dans quelques dépôts tertiaires d'eau douce. Les variétés homogènes, compactes et blanchâtres qu'on tire de l'Asie Mineure, sont connues sous le nom vulgaire d'*Écume de mer*, à cause de leur légèreté.

La magnésite se pétrit et se durcit, sous l'influence de la chaleur, comme le kaolin. On en fabrique des pipes très-estimées. En sortant de la carrière, cette substance se délaye et se lave dans des réservoirs remplis d'eau qu'on agite fortement; les eaux troubles qui en résultent sont transvasées dans d'autres bassins, où elles déposent la matière à un grand état de ténuité. On enlève ensuite l'excès d'eau, soit par évaporation, soit par tout autre moyen, jusqu'à ce que la pâte ait acquis assez de consistance pour se prêter aux formes qu'on veut lui donner; après quoi, il ne reste plus qu'à la mouler et à la cuire légèrement, afin qu'elle n'acquière pas trop de

dureté. Les pipes étant cuites, on les trempe dans des huiles odoriférantes en ébullition qui les pénètrent de toutes parts; on assure que la pâte en reçoit non-seulement un poli plus parfait, mais aussi un certain goût qui communique au tabac une saveur exquise. Les Orientaux font un grand cas de ces pipes, et tout le monde sait que les belles nuances fauves et brunes qu'elles prennent en fonctionnant font les délices des amateurs.

BORAX.

Substance cristalline, blanche, d'une saveur douceâtre, soluble dans l'eau, et composée d'acide borique, de soude et d'eau. Le borax se trouve en solution dans les eaux de certains lacs, en Perse, dans l'Inde et en Chine; on le retrouve aussi en petites couches cristallines qui ne sont probablement que les dépôts d'anciens lacs desséchés.

C'est de l'Inde que venait autrefois la plus grande partie du borax que l'on consommait en Europe; il nous arrivait par l'intermédiaire des Hollandais, qui ont gardé longtemps le secret d'épurer cette substance et de la livrer en assez gros cristaux. Aujourd'hui, grâce aux progrès de la chimie, le borax qui circule dans le commerce s'extrait de l'acide borique qu'on retire des lacs de Toscane.

On se sert du borax comme fondant pour beaucoup d'opérations chimiques et métallurgiques; lorsqu'on fond ce sel avec différents oxydes métalliques, il les dissout et prend des teintes variables qui servent, dans l'analyse au chalumeau, à caractériser ces oxydes. Les orfévres l'emploient pour souder les différentes parties de leurs ouvrages; car, dans cette opération, qui se fait sous l'influence d'une forte chaleur, il se forme, à la surface des métaux, des oxydes qui s'opposeraient à la soudure sans l'intervention du borax, doué de la propriété de les dissoudre au fur et à mesure qu'ils se produisent. Le borax sert éga-

lement de fondant aux métaux qu'on applique sur la porcelaine; enfin il entre dans la composition de certains verres.

SALPÊTRE (Azotate de potasse).

Cette substance, qu'on appelle aussi *Nitre, Nitrate de potasse*, est blanche, limpide, d'une saveur fraîche et piquante, non déliquescente et susceptible de cristallisation. Sa composition présente à peu près une égale quantité de potasse et d'acide azotique. Le salpêtre est un sel assez commun dans la nature : on le trouve en efflorescence dans un grand nombre de lieux, particulièrement dans les grandes plaines des continents, comme celles de l'Ukraine, de la Perse, de l'Arabie et des déserts de l'Afrique. Il existe aussi dans les cavernes des pays calcaires, sur les murs des vieux bâtiments, aux parois des carrières abandonnées, dans les lieux habités, bas, sombres et humides. Les étables, les caves, ainsi que tous les lieux exposés aux émanations provenant de la décomposition des matières organiques, sont les endroits où il se forme avec le plus de rapidité. La cause de cette formation est encore un mystère; mais il est positif qu'elle prend sa source dans l'air humide en contact avec des matières calcarifères poreuses.

Le salpêtre s'exploite soigneusement partout où il se trouve avec quelque abondance. La plupart des États de l'Europe en sont plus ou moins pourvus, sinon dans le sol, du moins dans les bâtiments des villes et des campagnes. C'est même souvent dans ces lieux que les salpêtriers le recueillent, en lessivant les terres qui le contiennent. On sait qu'à l'époque où les armées républicaines se portaient aux frontières pour repousser l'ennemi, la poudre manquait faute de salpêtre; la Convention ordonna la démolition des vieux édifices, et le lavage des terres des caves et des écuries en fournit d'énormes quantités. On facilite la repro-

duction du salpêtre au moyen de vieux plâtras, de matières animales mélangées avec des cendres et des calcaires exposés à l'action de l'air humide. Jusqu'à présent, cette fabrication n'a pas donné en France de résultats bien satisfaisants; mais elle a déjà parfaitement réussi en Moravie, en Suède et en Prusse.

Le salpêtre réduit en poudre fine et mélangé avec du soufre et du charbon pulvérisés, dans des proportions diverses, constitue la poudre à canon. Si l'on pulvérise le salpêtre avec le tiers de son poids de soufre et les deux tiers de son poids de potasse du commerce, on obtient une poudre fulminante très-énergique. Par la distillation, on extrait du salpêtre l'acide azotique ou nitrique qui, sous le nom d'*eau-forte*, sert à un grand nombre d'usages. La médecine prescrit le salpêtre dans plusieurs médicaments; enfin, ce sel est aussi employé comme fondant, et sert, en métallurgie, pour la purification des métaux.

SEL AMMONIAC, ou Salmiac (Hydrochlorate d'ammoniaque).

Substance grise, se présentant sous forme de croûtes presque toujours caverneuses, quelquefois à texture fibreuse et rarement en cristaux. Elle est anhydre, soluble dans l'eau, et douée d'une saveur piquante; soumise à l'action de la chaleur, elle fond et se sublime sous forme de vapeurs blanches. On la rencontre toute formée dans les fissures des houillères embrasées, aux environs des cratères et dans certaines solfatares de l'Asie centrale, où des caravanes vont, chaque année, l'exploiter pour la livrer au commerce.

Le sel ammoniac, à l'état libre, est peu répandu dans la nature; on l'extrait, le plus souvent, des urines humaines et de la fiente de quelques animaux; on l'obtient surtout en sublimant la suie qui résulte de la combustion des fientes de chameaux. Il nous arrivait autrefois en grande partie d

Levant, et particulièrement de l'Égypte. Aujourd'hui on en fabrique beaucoup en France, en décomposant le sulfate d'ammoniaque par le chlorure de sodium.

Si l'on jette un peu de sel ammoniac sur une feuille de cuivre chauffée au rouge, et par conséquent oxydée, le métal reprend immédiatement sa belle couleur rouge; car ce sel réduit facilement les oxydes métalliques; aussi l'emploie-t-on, comme le borax, pour les soudures. Les teinturiers s'en servent pour aviver certaines couleurs; les chaudronniers en consomment une assez grande quantité pour décaper la surface des métaux qu'ils veulent étamer; enfin, il entre dans diverses préparations pharmaceutiques.

MICA.

Substance foliacée, se divisant presque à l'infini en lames minces ou en paillettes flexibles, élastiques et à surface miroitante. Bien que très-variable, la couleur en est ordinairement blanche, jaune ou noirâtre; son éclat, souvent métallique, imite quelquefois celui de l'or ou de l'argent : de là les noms d'*or* et d'*argent des chats*, dont on l'a vulgairement gratifié. La cristallisation de ce minéral semble indiquer plusieurs espèces jouissant de propriétés optiques différentes. Sa composition, où dominent la silice et l'alumine, est également sujette à quelques variations.

Le mica est très-répandu dans la nature : il entre dans la composition de la plupart des roches d'origine ignée, particulièrement des granites, des gneiss et des micaschistes; et, comme il est, en quelque sorte, indestructible, on le rencontre en paillettes fines dans un grand nombre de dépôts sédimentaires de tous les âges.

L'emploi du mica est fort restreint. Quand il est en paillettes ou petites lames disséminées avec abondance dans des matières sableuses, on en fait des poudres brillantes, aux couleurs diverses, propres à sécher l'écriture; mais en

, ù il se présente en grandes lames, les paysan s' servent pour vitrer leurs habitations. La propriét élastique du mica, en lui permettant de résister à la pression atmosphérique que produit subitement une décharg d'artillerie, le rend propre au vitrage des vaisseaux d guerre. On en fait aussi, pour la marine, des fanaux très commodes; car ils ne se brisent pas et sont incombustibles. Pour être employées ainsi, les lames de mica n'exigent aucune préparation; il suffit de les fendre et de le diviser en feuillets assez mi es; seulement, le mica doi être blanc ou blanchâtre, et nsparent.

ı :.

Substance très-tendre, lus souvent feuilletée, quelquefois compacte, de c verdâtre, blanchâtre ou grisâtre, douce et onctue oucher et composée essentiellement de silice et de magnésie. Quand ce minéral est feuilleté, il est susceptible de se diviser en lames minces, flexibles, mais non élastiques comme les lames de mica. Le talc, quelquefois pur, mais ordinairement associé avec du quartz, du feldspath ou du calcaire, forme des couches puissantes dans l'étage des talcschistes.

Une variété de talc, appelée *Stéatite*, est compacte ou finement écailleuse, douce et grasse au toucher, comme du savon; elle a le même gisement que le talc ordinaire. La Chine en possède une autre variété, nommée *Talc pagodite*, que les voyageurs nous apportent sous forme de petites figures grotesques, qui sont probablement les caricatures du Céleste Empire.

A raison de leur grande onctuosité, les matières talqueuses s'emploient pour adoucir le frottement des machines à rouages de bois. Sous le nom de *Craie de Briançon*, les tailleurs s'en servent pour tracer la coupe des habits; pulvérisé, le talc forme cette poudre douce et onc-

tueuse que les cordonniers introduisent dans les bottes pour en rendre l'intérieur sec et glissant. Enfin c'est avec du talc laminaire du Tyrol qu'on fait la pâte fine dont sont composés les crayons colorés qu'on nomme *pastels*.

AMIANTE.

Les noms d'*Amiante* et d'*Asbeste* ont été donnés à une substance minérale blanche, grise ou verdâtre, à texture filamenteuse, offrant des fibres douces et flexibles comme de la soie, dont elles ont quelquefois l'apparence. Les différentes variétés d'amiante ne se rapportent point à une seule espèce minérale, comme le pensait Hauy ; les analyses qui en ont été faites montrent qu'elles appartiennent tantôt à l'amphibole, tantôt au pyroxène et même quelquefois à la diallage. Ce sont des silicates magnésiens, souvent hydratés, auxquels se joignent, d'une manière variable, de la chaux, du protoxyde de fer, etc. On trouve le plus souvent ces matières dans les fissures des roches serpentineuses et dioritiques. On en rencontre dans les Pyrénées, dans les Hautes-Alpes, en Écosse, en Corse et en Savoie.

L'amiante a acquis, par sa flexibilité, une célébrité beaucoup plus grande qu'elle ne le mérite réellement, sous le rapport de l'utilité. Lorsque les filaments en sont longs et soyeux, on peut carder et filer cette substance, sinon seule, du moins en la mêlant à une petite quantité de lin, de coton ou de soie. On en fabrique ensuite des tissus qui, passés au feu, perdent seulement la matière organique, en sorte qu'il ne reste plus que la substance minérale incombustible. De là l'étrangeté de ces étoffes, réunissant deux propriétés que nous sommes rarement habitués à voir ensemble : la flexibilité et l'incombustibilité.

Les anciens faisaient grand cas de l'amiante, qu'ils savaient filer et tisser; ils en formaient des linceuls dans lesquels on enveloppait les corps des grands personnages

qu'on voulait brûler pour en recueillir les cendres. L'histoire fait mention aussi de lampes perpétuelles, dont les mèches incombustibles, et sans doute d'amiante, brûlaient constamment, alimentées qu'elles étaient par un suintement incessant de pétrole. L'emploi de l'amiante est aujourd'hui fort limité. On en fait quelques tissus, supérieurs à ceux des anciens sous le rapport de la délicatesse du travail; tissus de pure curiosité et sans utilité réelle. On a essayé d'en faire du papier qui aurait un grand prix à raison de son incombustibilité; mais on n'y a réussi qu'imparfaitement. On a aussi tenté de nos jours de faire, avec les filaments d'amiante, des vêtements à l'usage des pompiers; cette tentative n'a pas donné de résultats satisfaisants. L'usage le plus général de l'amiante consiste à en faire des mèches pour diverses sortes de lampes et pour certains briquets. Les habitants des Pyrénées en font des bourses, quelques jarretières, qu'ils vendent aux curieux qui visitent leurs montagnes.

TRIPOLI.

Cette substance est, le plus souvent, d'un aspect terne, de couleur jaunâtre, rougeâtre ou grisâtre; d'une texture grenue et âpre au toucher, quelquefois compacte, souvent schistoïde, friable et pulvérulente. Les tripolis sont presque entièrement composés de silice terreuse ou de matières argileuses ayant subi, sous l'influence de la chaleur, une altération plus ou moins grande. En les examinant au microscope, M. Ehremberg a reconnu qu'ils étaient quelquefois formés, en grande partie, de carapaces d'infusoires siliceux, particularité qu'il est difficile de s'expliquer. Au reste, le nom de tripoli est souvent employé pour désigner diverses matières qui ont la propriété de polir, ce qui fait que l'on confond quelquefois, sous cette dénomination, des substances de nature et d'origine différentes. C'est

ainsi qu'on nomme tripoli la ponce triturée et déposée par les eaux, ou bien la *Terre pourrie d'Angleterre*, etc.; matières qui se rapprochent effectivement des tripolis sous le rapport de leur aptitude à polir les métaux, mais qui en diffèrent au point de vue minéralogique.

Le tripoli se trouve dans les plus anciens terrains sédimentaires, au contact des roches ampélitiques. On en trouve également dans le voisinage des houillères embrasées; car la chaleur que dégage alors la combustion de la houille peut fritter, calciner les schistes argileux environnants et les réduire en matières demi-vitrifiées.

Le tripoli rose ou jaune pâle répandu dans le commerce nous vient de Corfou. Tout le monde en connaît l'emploi, dans les besoins domestiques, pour rehausser l'éclat des métaux. On se sert aussi du tripoli pour polir la corne, l'écaille et aviver le poli de la plupart des pierres fines. Les lapidaires d'Oberstein se servent d'une terre particulière de cette localité pour polir les agates, et c'est à l'abondance et à la proximité de cette substance qu'on doit le bas prix des objets qu'ils façonnent.

Quant aux autres minéraux non-métallifères qu'il nous reste à décrire et dont l'usage est spécialement consacré aux petits ornements et à la bijouterie, nous croyons devoir adopter une forme plus rapide, en en faisant l'histoire d'une manière générale, qui permette toutefois d'en saisir les caractères importants. Nous terminerons donc cette troisième série par la description succincte de cette multitude de pierres aux couleurs brillantes, simples ou composées, transparentes ou opaques, qu'on emploie dans les arts aux ornements ou à la joaillerie. Nous diviserons cette description en deux parties : la première sera consacrée à celles de ces pierres qu'on trouve assez abondamment répandues et en fragments assez volumineux pour en faire des coupes, des pendules, des coffrets, des camées, et

toutes sortes de bijoux de médiocre valeur; la seconde, au contraire, comprendra les pierres rares, d'un prix élevé, celles qui réunissent aux plus vives couleurs le plus brillant éclat, et qu'on désigne sous le nom de *pierres fines* ou de *pierres précieuses*.

DES PIERRES COMMUNES POUR L'ORNEMENTATION ET LA BIJOUTERIE.

Nous commencerons par les pierres quartzeuses. On sait que le *Quartz* est une des substances les plus abondantes du règne minéral; qu'il entre dans la composition de presque toutes les roches ignées, et qu'il se trouve dans la plupart des roches sédimentaires formées de leurs débris. Tantôt opaque et tantôt transparent ou limpide, le quartz est naturellement blanc ou incolore; mais il présente quelquefois les couleurs les plus vives et les plus variées, par suite de mélange avec divers oxydes métalliques. Il raye le verre et fait feu sous le briquet, caractère qui le distingue de plusieurs autres substances minérales avec lesquelles on pourrait aisément le confondre. Son poids spécifique varie entre 2,5 et 2,7.

Le quartz se présente sous tant d'aspects différents, il renferme un si grand nombre de variétés, qu'on serait tenté de les séparer d'une manière bien tranchée, si l'on ne savait que, abstraction faite de quelques matières colorantes, elles sont toutes exclusivement composées de silice. Au reste, comme il ne s'agit ici que des variétés susceptibles d'être consacrées par les arts à la bijouterie ordinaire et aux petits ornements, nous ne parlerons que de trois sous-espèces bien distinctes.

La première comprend les variétés de *Quartz hyalin* ou *Cristal de roche*, substance dont la transparence et la cassure vitreuse sont les caractères distinctifs.

La seconde se compose des pierres siliceuses hydratées.

possédant seulement une simple translucidité et une cassure onctueuse, comme les *Agates*.

La troisième, enfin, embrasse les *Jaspes*, pierres également siliceuses, mais totalement opaques et à cassure terne, par suite de mélange avec diverses matières terreuses colorantes.

Ces limites arrêtées, essayons d'esquisser à grands traits l'histoire des principales de ces substances qui jouissent, dans les arts, d'une certaine réputation. Disons d'abord que ces matières sont assez communes dans la nature, et que leur prix, quelquefois élevé, ne repose, en général, que sur leur volume ou sur les accidents particuliers qu'elles présentent.

Quartz hyalin.

Le Quartz incolore, nommé *Cristal de roche* ou *Quartz hyalin*, ressemble parfaitement au cristal artificiel; mais il a l'avantage d'être plus léger et beaucoup plus dur. On le trouve dans les roches de cristallisation et dans les filons, en cristaux quelquefois volumineux. C'est surtout dans les cavités irrégulières des pegmatites et de certains filons qu'on rencontre avec abondance les beaux échantillons, comme ceux qui décorent nos collections. Le quartz hyalin incolore le plus pur, le plus limpide, vient de Madagascar. On en trouve aussi de fort beau dans les Alpes et dans la plupart des chaînes de montagnes. Les fleuves en roulent des fragments détachés de leurs gisements primitifs; tels sont les cailloux vulgairement connus sous les noms de *Diamants du Rhin*, *de Médoc*, etc.

Le cristal de roche incolore était autrefois très-recherché pour des objets de luxe. On en faisait des lustres, des boutons, des cachets, des coupes très-riches; mais ces objets, fort chers à cause de la difficulté de la taille, sont maintenant presque entièrement remplacés par ceux qu'on fabrique avec le cristal artificiel qu'on peut obtenir et tailler

avec facilité. Aujourd'hui on se sert quelquefois du beau cristal de roche pour faire les lentilles de divers instruments d'optique et quelques verres de lunettes, lesquels, en raison de leur dureté, ont le grand avantage de n'être point rayés par le frottement.

Nous avons dit que le quartz hyalin est souvent coloré par des oxydes métalliques. Quand il est violet, il prend le nom d'*Améthyste*, pierre assez estimée lorsqu'elle réunit à un certain volume une coloration foncée et uniforme; elle rivalisait jadis avec quelques pierres précieuses de la même couleur, auxquelles elle est cependant inférieure sous le double rapport de l'éclat et de la dureté. Les améthystes claires, bien que plus communes, font aussi un bel effet; on en fait de charmants objets dont la couleur se marie très-agréablement avec celle de l'or. Dans la décoration, on associe parfois l'améthyste au quartz hyalin incolore pour en composer des pièces de rapport sur de riches guéridons, d'élégants coffrets, etc.

Parmi les autres variétés de quartz coloré, nous citerons le quartz rose, rarement transparent, mais ressemblant au *Rubis* lorsqu'il est parfaitement diaphane. On le connaît sous le nom de *Rubis de Bohême*, parce qu'il vient ordinairement de ce pays. Nous citerons encore le *Quartz jaune*, qu'on nomme quelquefois fausse *Topaze*, à cause de sa ressemblance avec cette pierre; le *Quartz vert*, qui présente un bel éclat, lorsque sa transparence est complète; enfin le *Quartz chatoyant*, variété mêlée d'asbeste à fibres parallèles et connue sous le nom d'*Œil-de-chat*. Le quartz chatoyant présente des reflets blanchâtres, roussâtres ou verdâtres, sur un fond translucide de diverses couleurs; ce chatoiement semble résulter de l'interposition et de la disposition de quelques matières filamenteuses.

Tous ces quartz colorés sont quelquefois mis en œuvre dans la bijouterie ordinaire; mais, comme l'éclat en est médiocre, et qu'ils sont d'ailleurs assez chers, à raison

de la difficulté de la taille, il en résulte qu'ils ne peuvent soutenir la concurrence du cristal artificiel, auquel on donne facilement toutes sortes de nuances et de formes.

Agates.

Les *Agates* sont des variétés de quartz hydraté, à pâte compacte, fine, onctueuse et translucide; susceptible de prendre un beau poli, et présentant le plus souvent des couleurs variées dans le même échantillon. La couleur des agates est naturellement blanche; mais elle varie beaucoup par suite de mélanges accidentels. Ces pierres, qui sont presque toujours en rognons, en masses irrégulières ou mamelonnées, paraissent être d'une formation postérieure aux terrains dans lesquels on les trouve. Leur structure présente des couches concentriques diversement contournées et distinctes, soit par un changement de nuances, soit par un changement de translucidité; et, comme leur pâte n'offre aucune trace de cristallisation extérieure, on peut considérer les agates comme le résultat de solutions siliceuses déposées lentement par des eaux chargées de ce principe : ce sont, en un mot, des concrétions siliceuses.

Les diverses variétés d'agates ne diffèrent entre elles que par leur couleur et par leur plus ou moins grande translucidité; néanmoins ces différences suffisent pour leur valoir, dans les arts, des noms spéciaux. C'est ainsi qu'on nomme *Calcédoine* les agates qui ont une couleur blanche, laiteuse, ou bleuâtre, offrant, le plus souvent, des ondulations ou de petits nuages pommelés. On donne le nom de *Cornaline* à celles dont la couleur varie du rose au rouge-cerise; ces dernières sont assez communes. Sous le nom de *Sardoine*, on réunit les agates de couleur jaunâtre ou brunâtre; les plus belles présentent des zones concentriques d'un assez bel aspect. Lorsque diverses couleurs se trouvent réunies par couches parallèles entre elles, l'agate prend le nom d'*Onyx*; et, quand la matière colorante

se montre sous forme de dendrite, elle reçoit le nom d'*Agate arborisée;* cette dernière variété présente de petits rameaux noirs, bruns ou rouges, qui se détachent de la manière la plus pittoresque, sur un fond blanchâtre. Enfin, on donne le nom de *Chrysoprase* à des agates vertes, qui viennent de Silésie, et qui sont assez recherchées.

La plus grande partie des agates qui circulent dans le commerce vient d'Oberstein, dans la Prusse rhénane, où on les façonne en objets divers, tels que vases, socles, poignées d'instruments et bijoux de médiocre valeur. Les belles variétés sont réservées pour y graver des sujets d'art, qui, en vertu de l'inaltérabilité de la substance, peuvent être regardés comme de vrais monuments capables de passer à la postérité la plus reculée. Les anciens nous ont laissé, en ce genre, de superbes ouvrages, auxquels la main du temps, qui efface toute chose, n'a pu jusqu'à présent porter la plus légère atteinte. Telles sont les apothéoses d'Auguste et de Germanicus, gravées sur des onyx à quatre couches de couleurs différentes. Les artistes modernes font aussi chaque jour, sur cette substance indestructible, de petits chefs-d'œuvre qui ne le cèdent en rien à ce que la gravure antique a produit de plus beau, et qui feront peut-être aussi l'admiration des siècles futurs. C'est principalement sur les onyx que sont exécutés ces magnifiques ouvrages; car cette variété d'agate présentant des zones de couleurs variées et d'une très-petite épaisseur, il en résulte une disposition très-favorable au travail du graveur qui, en fouillant plus ou moins profondément dans la substance, exécute le relief sur l'une des couches, en laissant l'autre pour fond : c'est ce qu'on appelle des *Camées*. Quelquefois la variété et la disposition des couleurs sont si favorables au développement du sujet, que l'artiste peut détacher les cheveux, le visage et les vêtements de ses personnages sur des teintes différentes, et marier ainsi la peinture à la sculpture, le charme du coloris à celui de la forme.

Jaspes.

Les *Jaspes*, qui forment notre troisième sous-espèce de pierres quartzeuses employées pour les petits ornements, se distinguent des agates par leur cassure terne et par leur complète opacité. Ce défaut de translucidité tient au mélange intime de la silice avec diverses matières terreuses colorantes, telles que des oxydes de fer, de l'argile ferrugineuse, de la chlorite, etc.

Le jaspe se trouve dans des terrains sédimentaires très-différents et particulièrement dans les terrains cumbrien, crétacé et supercrétacé. Il se présente en lits assez minces, en veines ou en rognons, mais il est rare d'en trouver de beaux blocs ; aussi les objets volumineux qu'on exécute avec cette substance sont-ils presque toujours faits en pièces de rapport.

Les jaspes ne prennent pas un poli aussi vif que celui des agates; leurs nuances ont aussi moins d'éclat et d'onctuosité. Ceux de couleur brunâtre ou rougeâtre sont assez communs ; les jaunes et les verts paraissent plus rares ; mais les plus estimés dans le commerce sont les jaspes qui présentent des nuances variées, irrégulières et qu'on désigne sous les noms de *rubanés*, *panachés* ou *tigrés*. Parmi ces dernières variétés, il en est de magnifiques qui offrent à l'œil un assemblage de couleurs agréablement disposées.

On fait avec les jaspes différents objets d'ornement tels que plaques de décorations, vases, socles, coffrets, etc. On s'en sert aussi avec avantage pour les mosaïques; car la fixité et la variété de leurs couleurs permettent d'y rencontrer toutes les nuances propres à l'exécution de ces sortes d'ouvrages.

Quoique le jaspe et l'agate diffèrent essentiellement d'aspect, ces deux substances ont entre elles une si grande analogie, qu'elles passent quelquefois de l'une à l'autre dans le même échantillon ; aussi voit-on des *agates jaspées* ou

des *Jaspes agatisés*, selon que l'un ou l'autre principe prédomine. C'est particulièrement en Italie qu'on trouve les jaspes agatisés. Au reste, cette contrée et la Sicile sont, en Europe, les pays les plus renommés pour les riches gisements de jaspe, comme aussi pour l'habileté avec laquelle les Italiens savent le mettre en œuvre.

Feldspath, *Jade*.

Maintenant, si nous passons aux autres pierres susceptibles, à raison de leur beauté, d'être employées dans les petits ornements, nous pouvons citer le *Feldspath* que l'on considère comme formant un groupe d'espèces minérales distinctes (*Orthose*, *Albite*, *Labradorite*, etc.) et qui présente quelques gemmes assez intéressants. On sait que le feldspath est très-abondamment répandu ; qu'il forme la base de presque toutes les roches ignées, et qu'il entre à l'état de décomposition dans un grand nombre de dépôts sédimentaires. C'est une substance naturellement blanche, un peu moins dure que le quartz, duquel elle se distingue nettement en ce qu'elle est fusible au chalumeau, en émail blanc, ce qui n'a point lieu pour le quartz. Le feldspath a la propriété de produire des étincelles par le jeu du briquet; il est quelquefois limpide, mais le plus souvent opaque, et susceptible de se présenter sous différentes couleurs que lui communiquent des substances étrangères. Il est formé par de la silice, de l'alumine et de la potasse ; quelquefois la potasse est remplacée par de la soude ou par de la chaux.

Le feldspath, quand il est demi-transparent ou translucide, offre parfois des reflets nacrés très-agréables ; on le désigne alors sous le nom de *Pierre de lune*, à cause de la lumière argentine qui se balance mollement dans son intérieur. Une autre variété, nommée *Pierre de soleil*, renfermant de petites paillettes de mica disséminées, présente l'aspect d'une pierre jaunâtre, parsemée d'une infinité de petits points d'un jaune d'or; cette dernière pierre est fort

belle et d'un prix assez élevé. Il existe aussi un feldspath chatoyant, nommé *Labradorite*, qui offre souvent des reflets de couleurs rouge, bleue, jaune ou verte, donnant à cette pierre, lorsqu'elle est polie, un aspect très-agréable. Toutes ces substances sont utilisées pour une foule d'objets de fantaisie, ainsi qu'un autre feldspath laminaire d'une belle couleur verte, connu sous le nom de *Pierre des Amazones*.

Une variété compacte de feldspath, intimement associée à une petite quantité de talc, constitue l'espèce minérale à laquelle on a donné le nom de *Jade* (*Néphrite*) et qu'on trouve en rognons ou en petits lits dans l'étage des Talcschistes. Le Jade, assez rare en Europe, est presque toujours apporté d'Orient par les voyageurs, soit sous forme de galets arrondis, plus ou moins volumineux, soit sous forme d'objets travaillés avec une grande délicatesse. Sa couleur varie entre le blanc de cire et le vert-olive foncé. Il jouit d'une certaine translucidité, que l'on compare à celle de l'huile figée ; sa ténacité est extrême, et l'on assure que le marteau rebondit plusieurs fois sur cette substance avant de la briser. C'est probablement à cette ténacité que le jade doit la réputation dont il jouit en Chine et dans l'Inde, où l'on en fait des objets d'art exécutés avec une rare perfection, mais fort chers. Dans quelques contrées, les peuples sauvages s'en servent pour faire des haches et d'autres instruments tranchants.

Lapis-lazuli, *Malachite*, *Fluorine*.

Le *Lapis-lazuli* (*Lazulite* ou *Outremer*) est une belle substance bleue, composée de silice, d'alumine, de soude et de soufre, et qu'on trouve dans les roches granitiques, particulièrement en Sibérie, au Thibet et en Perse. Cette pierre, très-recherchée, forme une des décorations les plus riches qu'on puisse employer dans la mosaïque. Convenablement mélangée avec du quartz blanc, elle entre dans la décora-

tion de quelques meubles splendides d'un prix très-élevé.

La *Malachite* que, malgré sa composition métallifère, nous croyons devoir faire figurer ici à cause de son application dans les ornements, est un minerai de cuivre carbonaté, d'une belle couleur verte, à nuances variées, formant des veines ou rubans concentriques. On la trouve en masses concrétionnées et tuberculeuses dans le voisinage des gîtes de minerais de cuivre, principalement dans les mines des monts Ourals, en Sibérie. Cette substance, assez rare, s'emploie aux décorations les plus somptueuses. Quand elle se présente en rognons volumineux, on la scie en plaques minces, dont on fait des placages en pièces de rapport, en profitant, avec adresse, pour réunir les morceaux, des contournements formés par les rubans alternativement vert pâle et vert foncé de la matière. La malachite sert à fabriquer des tables, des vases, des socles, des chambranles de cheminées, etc., qui sont d'une remarquable beauté.

Enfin, la *Fluorine* (*Spath fluor* ou *Chaux fluatée*), composée de fluor et de calcium, est encore une belle substance dont les arts tirent parti pour la fabrication des objets de fantaisie. C'est un minéral à cassure vitreuse, ordinairement translucide, rayé par le verre et remarquable par la diversité et la vivacité de ses teintes vertes, jaunes, bleues et violettes, souvent réunies par zones ou bandes sur le même échantillon. Le gisement le plus ordinaire de cette substance est subordonné aux gîtes métallifères, surtout à ceux de galène. On la rencontre abondamment en Angleterre et en Saxe, où elle forme quelquefois à elle seule des filons ou des veines.

Les belles variétés de fluorine concrétionnée, celles dont les couleurs sont disposées en zones et en zigzag, servent à faire des vases, des colonnettes, des boîtes de pendules, etc. C'est avec de la fluorine qu'on prépare l'acide fluorhydrique dont on se sert pour graver sur le verre, comme on emploie l'eau-forte pour graver sur le cuivre. La fluorine

n'étant point rare, la valeur des objets qu'on en fabrique ne repose, le plus souvent, que sur le mérite de leur exécution. Il en est de même de plusieurs autres substances belles ou curieuses que nous croyons devoir passer sous silence, à cause de leur peu d'application dans les arts. Nous terminons donc ici cette esquisse des pierres de couleur ordinaires, pour aborder celle des pierres fines, gemmes réellement précieuses sous le triple rapport de la rareté, de la beauté et de l'élévation considérable de leur prix.

DES PIERRES FINES OU PRÉCIEUSES.

Diamant.

Le *Diamant*, sous tous les rapports, mérite ici le premier rang : l'éclat, la dureté, la haute valeur de cette gemme semblent lui assurer, pour toujours, la prééminence sur les autres pierres précieuses. Il a été recherché de tout temps; mais sa haute valeur date seulement de l'époque où l'on a trouvé le secret de le tailler, opération qui en fait ressortir toute la force de réfraction qu'il fait éprouver à la lumière.

Le diamant est un corps vitreux, cristallisant sous les formes ordinaires du système cubique; il se clive avec facilité parallèlement aux faces d'un octaèdre régulier; c'est aussi sous cette forme qu'il se présente, le plus souvent, en cristaux transparents, généralement incolores, mais salis, quelquefois, par des teintes jaunâtres, verdâtres et brunâtres, dont les nuances sont très-rarement vives et bien tranchées. Le diamant est le plus dur de tous les minéraux, c'est-à-dire qu'il les raye tous et n'est rayé par aucun; son poids spécifique, bien que considérable, est inférieur à celui de diverses autres gemmes; il est déterminé par 3,5, l'eau pure à son maximum de densité étant prise pour unité; ainsi le diamant pèse trois fois et demie autant

que l'eau distillée, ramenée à une température de 4° au dessus de zéro. Quant à sa composition, le diamant n'est autre chose que du carbone cristallisé et dans un état particulier de condensation moléculaire. Une pareille assertion semble paradoxale au premier abord; mais les expériences les plus variées ont convaincu les chimistes de l'identité parfaite du diamant et du charbon, substances néanmoins douées de propriétés physiques si opposées.

En effet, on a parfaitement constaté que le diamant brûle à une très-haute température, en consumant la même quantité d'oxygène que le charbon pur lui-même, et qu'il fournit une quantité d'acide carbonique dont le poids représente exactement celui de l'oxygène et celui du diamant soumis à la combustion. Par la décomposition chimique, on peut retirer de cet acide carbonique du charbon noir et pulvérulent, absolument identique au charbon domestique, car il en a les caractères et les propriétés; on a pu s'en servir pour faire de l'acier qui ne diffère en rien de l'acier ordinaire. Ainsi, c'est un fait bien acquis, le plus brillant, le plus limpide, le plus dur des minéraux, et ce corps noir, opaque et friable que nous brûlons chaque jour dans nos foyers sont de même nature. C'est le cas de dire avec Hauy que le proverbe : *les extrêmes se touchent*, n'a jamais été plus vrai.

Les expériences récentes de M. Despretz, sur le diamant, jettent un nouveau jour sur ce sujet. Au moyen d'une pile de Bunsen de cinq à six cents éléments réunis en plusieurs séries, ce savant physicien a pu dégager une si grande quantité d'électricité, que la production de chaleur qui en est résulté aux pôles de la pile a suffi pour y fondre le diamant et le transformer en graphite, charbon pur et traçant, identique au graphite qu'on emploie pour faire des crayons de première qualité. A l'aide du même feu électrique, M. Despretz a fondu et volatilisé les corps les plus réfractaires, ceux-là même qui jusqu'ici avaient résisté aux agents calorifiques les plus énergiques

Le charbon lui-même, réputé infusible par tous les chimistes et par les physiciens, n'a pu résister à cette épreuve; il s'est transformé en graphite; il a pu être ramolli, courbé et soudé à plusieurs reprises. Ces expériences, qui auront du retentissement dans le monde savant, ont été faites dans le vide, ou dans un gaz non comburant, comme l'azote, et à diverses pressions. On comprend les conséquences qui peuvent en résulter; en effet, de la fusion du charbon pur à la découverte de la fabrication du vrai diamant, c'est-à-dire du carbone cristallisé, il n'y a peut-être qu'un pas.

Le diamant a pour gisement originaire la partie supérieure du terrain primitif. On le trouve au Brésil, dans la province de *Minas Geraes*, sur tous les points d'une vaste chaîne de montagnes qui se prolonge depuis les environs de la ville *do Principe* jusqu'à la *Serra do Grammagoa*, c'est-à-dire sur une longueur de plus de cinquante lieues, et dans une direction à peu près nord et sud. Cette chaîne, que nous avons habitée nous-même pendant un certain nombre d'années, présente des points culminants assez élevés pour y motiver un abaissement très-sensible de température. Comparativement aux autres contrées du Brésil, on peut dire qu'elle ne porte qu'une végétation chétive et rabougrie. On y remarque une foule de petits cours d'eau vagabonds qui la traversent dans tous les sens. Les plus grands, tels que les rivières *Jiquitinhona*, *Rio-Pardo*, *Itacambiroussou*, roulent dans leurs eaux un sédiment arraché aux montagnes voisines, et où domine le quartz laiteux, sous forme de cailloux arrondis et de sable blanc à gros grains. C'est dans ce sédiment quartzifère que se trouve, avec plus de facilité, le diamant, usé quelquefois lui-même par le frottement des graviers quartzeux qui l'accompagnent. Nous en avons vu de complétement ronds; d'autres n'ayant perdu qu'une partie de leurs angles. Ce fait, qui n'est point rare sur les rives de la Jiquitinhona, indique que le diamant, malgré sa dureté, cède à la longue au mouvement incessant

que lui imprime, en certains endroits des rivières, le conti nuel remous des eaux ; car il est évident que ce minéral es trop rare dans la nature, pour que cette usure soit seule ment le résultat du frottement des diamants les uns sur le autres.

La gangue de cette pierre précieuse, qu'il ne nous a pa été donné de reconnaître, malgré les efforts que nous avon faits pour la constater avec précision, a dit-on été décou verte depuis quelques années. Il paraît que c'est un quart blanc laiteux et grenu, substance qui abonde, en effet, dan les contrées diamantifères, et que nous avions toujours soup çonnée d'être la matrice originaire du diamant.

Comme toutes les autres gemmes, on recherche le dia mant dans les dépôts d'alluvions anciens et modernes, pro venant de la désagrégation des gîtes originaires, et c'es au moyen de lavages habilement exécutés qu'on le retir de ces sédiments. Nous entrerons dans quelques détails su cette exploitation que nous avons pratiquée nous-même, soi à *Tejuco*, chef-lieu de la chaîne diamantifère, soit à la *Serr do Grammagoa*, qui en est la partie la plus septentrionale et nous espérons que l'exposition rapide que nous allons en faire sera aussi exacte que neuve.

Le sédiment quartzeux qui contient le diamant a reçu au Brésil le nom de *Cascalho;* il existe sur des plateaux élevés ; et, dans ce cas, il appartient aux alluvions anciennes ; mais on le rencontre plus facilement dans les vallées, les bas-fonds où circulent les eaux ; et l'on comprend qu'alors c'est souvent un produit de transport plus ou moins récent de l'époque actuelle. Dans l'un comme dans l'autre cas, la puissance du cascalho n'est jamais considérable ; rarement elle dépasse un mètre. Ce sédiment est presque toujours à la surface du sol ; en effet, il ne s'agit d'enlever qu'un peu de sable quartzeux légèrement argilifère, seule terre végétale du pays, pour le mettre à nu. On défonce ensuite ces cailloux roulés avec un pesant levier e

les esclaves transportent le cascalho dans un endroit voisin d'un petit ruisseau pour lui faire subir un premier lavage.

A cet effet, on ouvre une tranchée en pente, soutenue par des planches ; cette tranchée, longue de quatre à cinq mètres sur un et demi de large, reçoit à sa partie supérieure une petite chute d'eau d'environ un mètre de hauteur. Cela fait, on jette successivement le cascalho au-dessous de la chute d'eau ; là, il est agité, dans tous les sens, par deux nègres, qui ne cessent de remonter le sédiment que le courant entraîne vers le bas de la tranchée. Ils se servent de petites pioches qui leur permettent de rassembler les plus gros cailloux à la surface et de les rejeter au dehors au fur et à mesure qu'il y en a un tas suffisant ; d'un autre côté, les parties pulvérulentes sont entraînées par le courant. En opérant ainsi et en continuant de jeter du cascalho sous la chute d'eau, on finit par le concentrer à un vingtième environ de son volume primitif. En cet état, le cascalho ne présente plus que de petits cailloux quartzeux mêlés à une faible portion de sable blanc grenu et ferrugineux. C'est là que, par le seul fait de sa densité, se trouve le diamant en compagnie du fer, de l'or, et quelquefois du platine.

Le cascalho réduit est ensuite soumis à un autre lavage spécial, qui réclame la plus grande attention de la part du laveur, d'abord, puis de celle du surveillant. C'est ici que le nègre déploie son adresse et la fécondité de son esprit rusé pour arrêter le diamant au passage, et pour l'escamoter quelquefois à son profit. On a vu des laveurs feindre des attaques subites, se tordre en contorsions, et cela pour avoir la faculté de porter la main à la bouche dans le but d'avaler un gros diamant. D'autres, plus adroits, placent furtivement, entre leurs doigts de pieds, le diamant trouvé, et gardent ainsi ce précieux dépôt pendant une journée entière, sans que rien d'apparent les trahisse ou les gêne dans leur allure ; aussi, quand on exécute le dernier lavage du cascalho, les esclaves sont-ils surveillés avec une vigilance

extrême ; et malheur à eux s'ils font des mouvements suspects ; car, dans cette opération, le commandeur est toujours armé de son fouet en cuir de bœuf. Cette surveillance redouble si le cascalho montre une certaine richesse ; et, malgré toutes les précautions dont s'entoure son argus, le nègre parvient assez souvent à mettre sa vigilance en défaut. Mais revenons à la manière de procéder à ce dernier lavage.

Sous un hangar, couvert d'herbes sèches ou de feuilles de palmier, se trouve préparé un lavoir quadrangulaire dont l'eau n'a jamais plus d'un mètre de profondeur. Chaque laveur s'assied là, sur les bords, après avoir mis dans sa sébille environ deux ou trois kilogrammes de cascalho concentré. Il fait entrer dans le vase une certaine quantité d'eau ; agite avec la main droite le contenu, en communiquant un mouvement giratoire à la sébille, qu'il tient de la main gauche, et à laquelle il imprime en outre de petites secousses brusques et particulières. On comprend que les corps les plus denses gagnent le fond du vase, tandis que les parties légères de la surface sont habilement rejetées dans le lavoir. Lorsqu'enfin le cascalho est réduit à sa plus simple expression, le laveur soulève, en l'inclinant, sa sébille qu'il tient toujours de la main gauche, et prend dans le creux de la main droite, de l'eau qu'il jette délicatement sur les bords du vase ; peu à peu le reste du sédiment qui s'y trouve est entraîné et tombe très-lentement avec l'eau que jette constamment le laveur. Quand cette opération est bien faite, aucun diamant, si petit qu'il soit, ne peut passer inaperçu ; et, ici, il n'y a aucune équivoque possible, le diamant, même à l'état brut, ayant un vif éclat. Cette pierre précieuse a presque toujours, d'ailleurs, une forme et une apparence remarquables. Aussitôt qu'un esclave a trouvé un diamant, il se lève en s'écriant : *Louvado seja nossó Senhor Jesus-Christo !* (loué soit notre Seigneur Jésus-Christ !) ; le surveillant prend la pierre précieuse, l'ex-

nstant, sans perdre de vue les autres laveurs, et dans un petit tuyau de bambou appelé *taquara*. iamant est d'une grande valeur, l'esclave qui l'a oit une prime; quelquefois même il est affranchi; beaucoup exagéré cette particularité qui, autre-religieusement observée par le gouvernement por-rs qu'il avait exclusivement le monopole de cette n. Le fait est qu'aujourd'hui le propriétaire de git comme il l'entend, et qu'il ne manque pas de pour se justifier et pour faire taire les scrupules cience. Il est juste aussi d'ajouter qu'un diamant carats, limite inférieure qui donnait lieu à cette d'affranchissement, peut quelquefois, par sa défec- pas représenter la valeur de l'esclave lui-même. que de la sécheresse, un grand nombre de *grim-* st ainsi qu'on nomme les exploitants errants), t des montagnes et des plateaux, pour opérer des rivières qu'ils détournent, en partie, au moyen es. Le cascalho qu'on y trouve en abondance y lus riche qu'ailleurs. On conçoit, en effet, que t y subit, en de certains endroits, un vrai lavage; e dans les parages accidentés, là où le courant rnoyant, qu'on voit le cascalho présenter la plus hesse. On le reconnaît pour tel à l'abondance de ses qu'il recèle. Du reste, son épuration, qui vent assez de poudre d'or pour couvrir tous les xécute comme il a été dit.

tation du diamant au Brésil n'admet aucune ma-n travail préparatoire sérieux; car, bien que cha-sion soit faite par le gouvernement, moyennant une ue somme, les diverses mines ou *lavras*, comme elle, ne sont, de fait, la propriété de personne. i une *lavra* fait du bruit par sa richesse, elle est ahie malgré l'autorité, dont la force est impuis-rimer cet abus. Des bandes de laveurs arrivent

de toutes parts ; chacune veut son lot, et plus d'une rixe sanglante est le résultat de ce partage arbitraire, où les forts ne s'adjugent jamais la plus faible portion. Parfois une fausse alerte est simulée sur un point pour y attirer la foule inconstante, tandis qu'ailleurs on exploite en silence un précieux dépôt ; mais c'est en vain qu'on voudrait le cacher, l'activité des travaux, les ventes de diamants, les dépenses superflues trahissent les heureux, malgré tous les mystères dont ils s'environnent, et la foule accourt, quelquefois trop tard il est vrai ; mais, à la suite des grandes trouvailles, il se présente toujours des amateurs pour soumettre le cascalho lavé à un nouveau lavage exécuté avec plus de soin. Ceux-là, sans faire fortune, ne perdent jamais leur temps.

Un fait important à signaler, c'est qu'en général les différents cascalhos de la chaîne diamantifère du Brésil donnent, selon les localités, des diamants qui diffèrent sensiblement entre eux ; ainsi certains parages, comme les environs de Tejuco, sont renommés pour les gros diamants (*pedras grandes*) qu'on y trouve ; d'autres, au contraire, comme la Serra de Grammagoa, ne donnent guère que de petits diamants (*mousquitos*), mais ils s'y montrent en plus grande abondance, ce qui établit une sorte de compensation. Même observation à l'égard de la couleur : sur quelques points la nuance prédominante est verdâtre, sur d'autres elle est jaunâtre ou roussâtre ; enfin, et le plus souvent, elle est incolore. Ce sont là les nuances de la presque totalité des diamants de la province de Minas Geraes, dont l'extraction peut occuper environ de cinquante à soixante mille individus de tout sexe, parmi lesquels les deux tiers sont esclaves.

Rien n'est plus capricieux et plus variable que la valeur des différents cascalhos : ici une journée compense amplement des travaux restés stériles pendant des mois entiers : ailleurs les plus habiles ne font pas leurs frais ; car les vivres sont fort chers dans ces régions d'un difficile accès ;

is ils manquent totalement, ce qui n'empêche pas *grimpero* de trouver le secret de danser le *batuco* e sa guitare, en foulant dédaigneusement à ses mme il le dit lui-même, l'or et les diamants.

lant, nous avons vu quelquefois le laveur désap-ındonner ces lieux arides pour demander sa sub-ıx travaux de l'agriculture ; mais telle est la puis-gique de la valeur du diamant, qu'au moindre nouveau gisement important, chacun se hâte d'a-r ses plantations, et se dirige vers le point signalé ;r la fortune, qui, là comme ailleurs, ne sourit, à quelques-uns.

ıs diamants sont extrêmement rares au Brésil. ıuit années de séjour sur les lieux du gisement, à avons-nous vu huit ou dix du poids de vingt à ats ; le nombre même de ceux qui pèsent cinq ou est très-limité. En revanche, ceux d'un carat carats sont assez abondants ; ils forment avec les diamants, appelés *mousquitos*, la presque totalité général, qu'on estimait, il n'y a pas encore long-ıept ou huit kilogrammes par an ; mais la décou-;isement de *Sincura*, dans la province de *Bahia*, ce chiffre à un taux plus élevé. Ces mines que ıns pas explorées ont, dit-on, été trouvées plus les anciennes. Cela est fort douteux pour nous, par expérience combien est grande l'exagération on se livre dans de semblables découvertes. Quoi it, ce nouveau gisement, situé à côté du plus grand la population brésilienne, pourrait, s'il est riche et onner lieu à une assez forte extraction de dia-ù résulterait, sans doute, une certaine dépréciation ierre précieuse. Mais le diamant conservera tou-i qu'il arrive, une haute valeur en œuvre, à rai-;rande difficulté qu'on éprouve à le tailler, et dont ıtôt fait mention.

Le diamant se montre aussi dans l'Inde; on l'y exploite depuis une époque très-reculée. C'est au Dékan, au Bengale, particulièrement dans la contrée de Raolkunda, à cinq journées de l'ancien royaume de Golconde, qu'on l'a d'abord connu. Les plus gros et les plus beaux diamants, qui ornent les couronnes royales, viennent de ces localités. rencontre également cette pierre précieuse dans l'île de Bornéo, ainsi que sur les monts Ourals; mais il s'en faut que ces derniers gisements soient aussi abondants que ceux du Brésil, d'où provient aujourd'hui la presque totalité des diamants qui circulent dans le commerce d'Europe.

Les anciens connaissaient le diamant. Ignorant l'art de le tailler, ils le montaient dan son état brut, parfois assez tant, ce qu'on fait encore souvent dans l'intérieur du Brésil. On recherche, pour c[illegible], ceux qui, à des facettes polies, réunissent une belle couleur et une forme gracieuse; mais il y a loin de cet éclat naturel aux brillants faisceaux de lumière qui jaillissent de cette pierre convenablement taillée. Ce ne fut que vers le milieu du quinzième siècle qu'un jeune homme de Bruges, Louis de Berquem, trouva le moyen de vaincre le diamant par le diamant lui-même, c'est-à-dire de le polir en le frottant avec sa propre poussière. C'est de cette époque que date réellement la splendeur de cette gemme. Plus tard, à Bruxelles et à Amsterdam, on imagina des appareils ingénieux pour abréger l'opération de la taille; et, sous une forme nouvelle qui facilitait son jeu de réfraction, le diamant décora les sceptres et les couronnes. Depuis ce temps, il n'a jamais cessé, malgré les caprices de la mode, de dominer en souverain sur toutes les autres pierres fines que l'artiste place quelquefois à côté du diamant, comme des ombres destinées à faire ressortir tout son jet lumineux; car la lumière, en traversant le diamant, s'y réfracte, en ressort décomposée par les facettes de la pierre, et, se répandant en gerbes

scintillantes, inonde de ses feux diaprés la surface des autres gemmes.

A raison de sa dureté, on ne peut tailler le diamant que très-lentement. Cette opération se pratique au moyen d'une plate-forme horizontale en acier doux, qu'on recouvre de poudre de diamant (*égrisée*), délayée dans de l'huile, et contre laquelle plate-forme on appuie, pendant qu'elle tourne rapidement, le diamant qu'il s'agit de tailler, et qui se trouve fixé à l'étain sur un instrument particulier. Lorsqu'une face est convenablement usée, on change le diamant de position et l'on commence une autre face. En continuant ainsi, on forme successivement toutes les facettes de la pierre.

La valeur des diamants augmente en raison proportionnelle de leur poids. Un moyen approximatif pour apprécier cette valeur, quand les diamants sont bruts et de bonne qualité, consiste à multiplier le carré de leur poids en carats, par la valeur moyenne d'une pierre d'un carat (1); ainsi, par exemple, la valeur moyenne d'une pierre brute d'un carat étant de 40 francs environ, un diamant brut de dix carats vaudra $10 \times 10 \times 40$ (2), c'est-à-dire 4,000 francs. Ce moyen est toutefois insuffisant pour estimer la valeur des pierres d'un grand volume. D'ailleurs ce procédé de l'Anglais Jeffries est subordonné à des circonstances qui le rendent souvent inapplicable : on comprend, en effet, qu'il n'est pas toujours facile d'apprécier la qualité d'un gros diamant. L'estimation des pierres fines, à l'état brut, n'est réellement familière qu'à des gens spéciaux et très-exercés ; car, dans cette appréciation, il faut non-seulement avoir égard au poids, mais encore à la nuance, à la limpidité, et à la forme plus ou moins avantageuses de la pierre.

En général, la taille fait perdre aux diamants bruts la moi-

(1) Le carat pèse 212 milligrammes.
(2) Le signe $\times$ signifie multiplié par.

tié, quelquefois les deux tiers de leur volume, et conséquemment de leur poids; il en résulte que le prix des diamants taillés est beaucoup plus élevé, non-seulement à cause de cette perte, mais encore à cause de la main-d'œuvre de la , opération délicate, longue et fort chère. Il importe ssi de remarquer qu'un diamant taillé met, pour ainsi , à nu ses qualités et ses défauts, circonstances qui, avons-nous dit, ne sont pas toujours faciles à bien apprécier dans les pierres brutes; par cette raison, le diamant taillé, quand il est beau, acquiert un surcroît de valeur. Il va sans dire que le contraire a lieu pour la pierre dont la taille a révélé des défauts; ces défauts sont, le plus souvent, des fêlures, des glaces, des points noirs, placés plus un moins profondément dans so ntérieur.

Quant aux diamants défectueux de forme ou de couleur, qui sont impropres à la jo rie, leur valeur est encore assez grande pour dépasser, à poids égal, vingt à vingt-cinq fois la valeur même de l'or. On les emploie, soit pour faire l'*égrisée*, ou poussière de diamant, dont on se sert pour la taille, soit pour former les pivots des pièces d'horlogerie délicates, ou pour garnir les outils avec lesquels on grave sur toutes les pierres dures, soit enfin pour couper le verre, opération qui exige des diamants à faces bombées et à arêtes curvilignes. Cette disposition est si essentielle, que les diamants qui en sont privés sont aptes à rayer, mais non à couper le verre, tandis que le corindon, dont la dureté est inférieure à celle du diamant, acquiert, comme le diamant lui-même la propriété de couper le verre, lorsqu'on le taille convenablement à faces bombées et à arêtes curvilignes; ainsi, c'est moins la dureté qu'une forme particulière qui donne à ces pierres cette singulière propriété.

Toutes les formes ne sont pas également avantageuses pour faire ressortir le jeu du diamant; celles qu'on admet en Europe sont désignées par les noms de *rose* et de *brillant*. On taille en rose les pierres de peu d'épaisseur qu'on

ıs trop diminuer. Dans cette forme, la partie ap-
: la pierre est une pyramide plus ou moins élevée,
facettes triangulaires, tandis que l'autre côté
une large base entièrement plate et cachée par
:e. La taille en brillant, au contraire, convient
:s plus épaisses; elle est destinée à faire ressor-
.ssance réfractive du diamant. On l'exécute en
ître, du côté supérieur de la pierre, une face
nomme *table*, et que l'on entoure de facettes
res et en losanges; l'autre partie offre la forme
:amide garnie également de facettes symétri-
ɔngées, qui tendent à se réunir en un point
Cette dernière forme n'admet que des montures
ui laissent entrevoir la presque totalité de la

ıx sortes de taille, légèrement modifiées, s'appli-
ı plupart des autres pierres fines, à l'exception
les pierres opaques ou seulement translucides,
, on donne généralement une forme convexe
ɔins bombée, qu'on nomme *cabochon* ou *goutte de*

les plus gros diamants connus, et qui viennent
us des Indes orientales, on cite celui du Radjah
à Bornéo, dont le poids est estimé à 300 carats;
ıs gros de tous les diamants connus; vient ensuite
ıncien empereur du Mogol, pesant, dit-on, 279 ca-
de l'empereur de Russie, le plus gros de ceux
onnaisse en Europe, 195 carats, d'une belle eau,
la taille est défectueuse; celui de l'empereur
: pesant 139 carats; enfin, celui qui ornait autre-
'onne de France et qui est du poids de 136 carats.
qu'il en pesait 410 avant d'être taillé, opération
eux années. On le désigne sous le nom de *Régent*,
fut acheté sous la régence du règne de Louis XV.
ı 2,500,000 francs; mais on assure qu'il vaut le

double, à raison de sa forme heureuse et de la limpidité de son eau. Il est à remarquer que le Brésil n'a jamais produit des diamants aussi volumineux; on n'en connaît qu'un dont le poids ait atteint 95 carats. C'est celui qui appartient à la couronne de Portugal : ce diamant, qui vient de l'*Abahité*, n'a pas été taillé; sa forme est celle d'un octaèdre régulier.

Corindon, Spinelle, Topaze.

Après le diamant, les pierres précieuses les plus recherchées pour leur éclat comme pour leur valeur, sont les diverses variétés de *Corindon* (*Télésie*) auxquelles on donne dans la joaillerie, différents noms, selon la variabilité de leur couleur. De même que le diamant, le corindon doit tout son prix à sa beauté et à sa rareté; c'est une substance ordinairement vitreuse, formée essentiellement d'alumine, mélangée souvent à des substances colorantes. Le corindon raye tous les corps à l'exception du diamant; son poids spécifique est d'environ 4,00; il cristallise dans le système rhomboédrique. Quant à son gisement, il appartient aux anciennes roches de cristallisation, particulièrement à celles de l'étage des gneiss. C'est dans les détritus provenant de la destruction des roches qui lui servent de gangue que, dans l'Inde, on recherche le corindon.

A l'état de pureté, le corindon est incolore, brillant et limpide comme le diamant, qu'il imite assez bien; mais, par suite de mélange avec divers oxydes métalliques, il se présente sous diverses couleurs qui constituent, pour les joailliers, autant de pierres précieuses différentes : quand il est bleu, le corindon est connu sous le nom de *Saphir*; rouge, il prend le nom de *Rubis oriental*; et c'est alors une des pierres les plus riches et les plus estimées; s'il présente une teinte jaune, on le nomme *Topaze orientale*; enfin, le corindon violet et le corindon vert prennent, dans le commerce

le premier, le nom d'*Améthyste orientale*, le second, celui d'*Émeraude orientale*. Outre ces variétés, il en existe d'autres, parmi lesquelles nous citerons le corindon *Girasol*, lançant des reflets très-vifs, composés d'une teinte rouge et bleue; le corindon *Chatoyant*, présentant des reflets nacrés, et le corindon *Astérie*, offrant des reflets argentés du plus charmant effet. Toutes ces pierres sont fort belles et employées aux plus riches parures.

Les corindons répandus dans le commerce viennent, en grande partie, de l'Asie méridionale, patrie renommée des pierres précieuses de tout genre. L'Indoustan, le Thibet, la Chine, nous fournissent ces gemmes, le plus souvent taillées. Quant aux variétés grossières et non transparentes de corindon ferrugineux, elles ne sont point rares en Europe. L'Espagne en possède quelques gisements; mais c'est surtout dans l'île de Naxos (Archipel grec) qu'il s'en trouve abondamment. On les exploite pour les réduire en poudre fine qu'on nomme *Émeri*, substance qui, à raison de sa dureté, sert à tailler, à polir tous les corps durs, sauf le diamant, qui n'est, comme nous l'avons dit, attaquable que par sa propre poussière.

Le *Spinelle* est une belle substance généralement rouge, tirant un peu sur le rose et composée essentiellement d'alumine, de magnésie et de fer; il raye tous les corps, excepté le diamant et le corindon qui, seuls, peuvent l'entamer. Son poids spécifique est déterminé par 3,7; il cristallise, comme le diamant, en octaèdre régulier. Quant à son gisement, il appartient, comme les autres gemmes, aux anciennes roches de cristallisation. Cette pierre se trouve également dans les détritus d'alluvions provenant de la destruction des gîtes originaires.

Lorsque le Spinelle est d'un beau rouge, les lapidaires le nomment *Rubis spinelle* et considèrent son prix comme équivalant, environ, à la moitié de celui du diamant. Ceux qui ont des teintes rosâtres., lie de vin, etc., sont moins esti-

, et désignés sous le nom du *Rubis balais*. La plupart ces gemmes viennent des Indes orientales.

La *Topaze* est une assez belle pierre vitreuse dont la couleur la plus habituelle varie du jaune au roussâtre. Elle raye uartz, et, à son tour, est rayée par le spinelle; son poids que est de 3,5. Ce minéral, composé d'alumine, de si- et d'acide fluorique, se présente cristallisé sous forme de prismes rhomboïdaux diversement modifiés. La topaze artient aux roches de cristallisation, mais on la trouve disséminée dans les terrains d lluvions, particulièrement à Villa-Rica, au Brésil, où elle est assez abondante.

Non-seulement cette gemme est employée dans la bijouie, mais elle sert encore la gravure en creux et en f. Chauffée à une tempe ire modérée, la topaze du sil change de couleur et nd un rose plus ou moins ; elle offre alors l'aspect rubis, sans en présenter toutefois l'éclat et le velouté. reste, les topazes ne sont point rares, ce qui ne contribue pas peu à en diminuer la valeur; la Saxe, la Bohème en possèdent des gisements importants.

Émeraude, *Opale*.

L'*Émeraude* est un silicate d'alumine et de glucine coloré quelquefois en vert par l'oxyde de chrome. Le poids spécifique n'en est pas considérable; il est de 2,7. Sa forme cristalline est le prisme à six faces striées dans le sens longitudinal. Cette gemme vitreuse est assez dure pour rayer le quartz, et assez tendre pour être entamée par la topaze.

L'émeraude est rare et très-estimée, surtout quand elle est d'un beau vert hyalin, et qu'elle a un certain volume. On en fait des parures d'un grand luxe. La forme qu'on lui donne est celle d'une table longue ou carrée, dont on recoupe les angles; et, comme cette pierre n'a pas un éclat très-prononcé, on l'entoure ordinairement de petits diamants taillés en brillants qui, réfléchissant sur elle une par-

tie de leurs feux, produisent une transition d'éclat et de couleur des plus agréables. Les plus belles émeraudes viennent du Pérou. Certaines variétés bleuâtres, qu'on nomme *Aigues-marines*, sont assez communes au Brésil, ainsi qu'une autre de couleur verdâtre ou jaunâtre, qu'on nomme *Béril*. En France, Limoges en présente quelques gisements. La valeur de l'aigue-marine et du béril est aujourd'hui fort médiocre, et leur couleur indécise n'est pas propre à les relever de l'espèce d'oubli dans lequel elles paraissent plongées.

L'*Opale* est une variété de quartz résinite, contenant toujours de l'eau dans une proportion qui varie entre 5 et 12 pour 100. Cette pierre raye à peine le verre; son poids spécifique, peu considérable, est représenté par 2,2. L'opale se reconnaît à sa couleur ordinairement d'un blanc laiteux légèrement bleuâtre ou verdâtre, à sa translucidité incertaine, et surtout aux brillants jeux de lumière à reflets chatoyants qu'elle fait naître, et qui sont dus à un arrangement particulier de ses molécules. Elle décompose et réfléchit les rayons lumineux sous les couleurs de l'arc-en-ciel d'une manière qui n'appartient qu'à elle, et de l'effet le plus agréable ; aussi cette charmante et magnifique pierre, dont le prix est souvent très-élevé, jouit-elle d'une grande faveur. On l'entoure presque toujours de diamants, et ce cercle vif et brillant tranche, de la manière la plus coquette, sur les belles nuances de l'opale, dont les reflets peuvent se comparer à des rayons de flammes diversement colorées. Les lapidaires distinguent plusieurs variétés d'opales qu'ils désignent sous différents noms, selon que l'éclat en est plus ou moins net et apparent. Les plus belles sont les opales dites *orientales*, ou *nobles*, offrant des reflets flamboyants vivement colorés, et celles qu'on appelle *arlequines*, dont les reflets variés sont isolés, dispersés par taches brillantes de diverses couleurs.

L'opale ne présente aucune trace de cristallisation. On la trouve en petits nids ou en veines très-minces dans certains

dépôts volcaniques. La plupart des opales viennent de Hongrie et de la Saxe; le Mexique en fournit aussi de fort belles, dont les reflets changeants passent du rouge de feu au jaune verdâtre doré. Ces magnifiques pierres se taillent, le plus souvent, en cabochons ronds ou ovales; ce sont là les principales formes qui leur permettent de mieux produire le curieux effet de la décomposition de la lumière.

Zircon, Grenat, Turquoise.

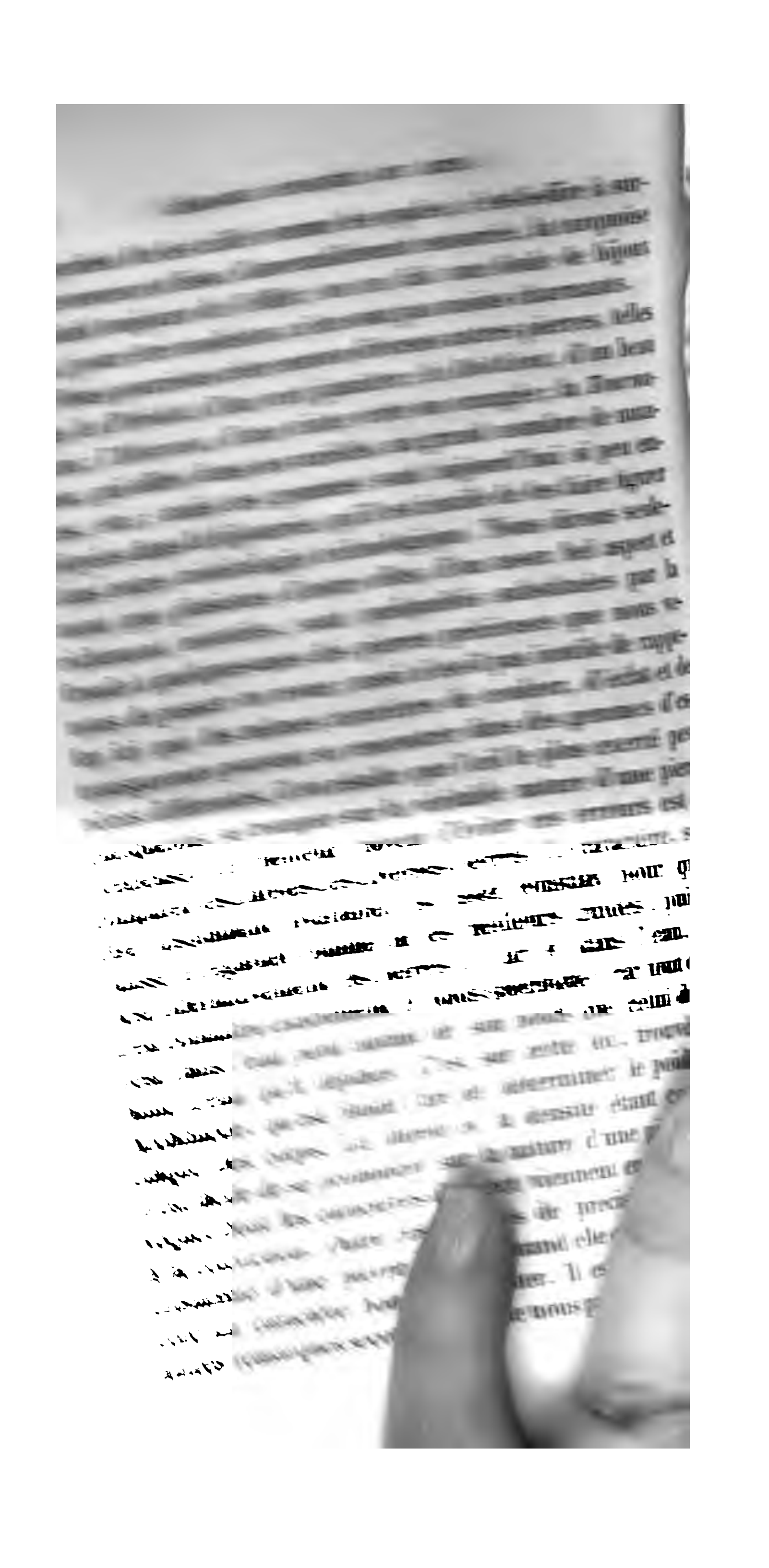
Le *Zircon,* connu dans le commerce sous le nom d'*Hyacinthe*, est un silicate vitreux, transparent, le plus souvent rouge, quelquefois jaunâtre, bleuâtre, et même incolore. Son éclat particulier rappelle un peu celui du diamant. Le zircon raye le quartz et est rayé par la topaze; il se présente en cristaux dérivant du prisme droit, à base carrée. On le trouve, le plus souvent, disséminé dans les anciennes roches de cristallisation, particulièrement dans les syénites; aussi est-ce dans les détritus provenant de la désagrégation de ces roches qu'on le recherche au moyen du lavage. Cette gemme n'est pas fort estimée; cependant on la monte avec succès quand elle a une belle couleur rouge et franche; on monte aussi celles qui sont incolores, et qu'on désigne improprement sous le nom de *diamants bruts.* Une particularité, que nous ne devons point passer sous silence, c'est que, parmi toutes les pierres qu'on emploie dans la joaillerie, le zircon est celle qui présente la plus forte densité : son poids spécifique s'élève à 4,4.

On donne le nom générique de *Grenats* à diverses espèces minérales cristallisant dans le système cubique, et composées, dans des proportions variables, de silice, d'alumine et d'oxyde de fer, auxquels se joignent parfois de la chaux, du manganèse, etc. Les grenats sont fragiles; ils rayent le quartz, et leur poids spécifique varie de 3,5 à 4,2, ce qui paraît résulter de la plus ou moins grande abondance d'oxyde de fer qui leur sert de principe colorant. Le plus

ment, les grenats présentent des couleurs rou- nais il y en a aussi qui sont jaunâtres, verdâtres, noirs; ils sont très-répandus dans la nature; on disséminés dans la plupart des anciennes roches isation, surtout dans les gneiss, les micaschistes, ttites, les roches talqueuses et les calcaires qui le terrain primitif.

enats aux belles teintes rouge-coquelicot sont s par les joailliers. Quelques-uns sont d'un rouge s-beau; d'autres sont cramoisis, pourprés, oran- s variétés de couleur, il faut ajouter les particula- aissent de certains accidents de lumière, occasion- n structure intérieure et cristalline de la pierre: es grenats *astéries*, présentant une étoile rayon- lgré leur beauté, les grenats sont généralement és, ce qui tient en partie à leur grande abondance; toutefois des bijoux qui ne sont pas sans valeur. *uoise* est une pierre bleue de la plus belle nuance, plétement opaque; son poids spécifique varie de 5. Cette pierre peut rayer le verre, tandis qué, côté, elle est facilement rayée par le quartz. On ie deux espèces: l'une, dite *Turquoise orientale ieille roche*, est un phosphate alumineux, coloré e de cuivre en un bleu céleste, tirant quelquefois ; on la trouve en Perse, sous forme de veines s rognons, dans des terrains dont la nature est connue. L'autre, au contraire, est d'origine or- elle provient de dents ou d'ossements de mam- sevelis dans le sein de la terre, et colorés acci- nt par du phosphate de fer. Cette dernière es- eaucoup moins estimée; on l'appelle *Turquoise , osseuse* ou *de nouvelle roche*.

elles ne soient point rares, les turquoises orien- ent d'une faveur constante, grâce à leur char- eur, qui se marie si bien à celle des diamants et



parce qu'elles n'ont pas un caractère général; mais nous dirons que, lorsqu'il s'agit d'une pierre d'un grand prix, brute ou taillée, toutes les épreuves *possibles* doivent être faites pour dissiper entièrement les doutes de l'acheteur.

Avant de terminer cet article, disons un mot des produits artificiels qui imitent, avec plus ou moins de perfection, les pierres précieuses dont nous venons de parler. Les rares qualités du diamant lui-même n'ont pu le mettre à l'abri de la contrefaçon. Il y a des diamants en *Strass* qui sont très-étincelants aux lumières; on assure même qu'ils peuvent tromper l'œil des personnes les plus expérimentées; mais cette assertion est évidemment exagérée. D'ailleurs, et tout en faisant la part du mérite de la composition de ce *strass*, il est bien certain que les diamants artificiels n'ont qu'un brillant éphémère; la moindre poussière les ternit et les raye, tandis que le vrai diamant, le diamant naturel, protégé par son extrême dureté, sauvegarde de son poli et de son éclat, passe sans vieillir à la postérité la plus reculée.

Mais, si l'on n'a pas encore pu produire artificiellement de véritables diamants, il en est autrement quant à la fabrication d'autres gemmes de prix; en effet, une découverte, qui pourrait avoir les plus grands résultats, a été récemment communiquée à l'Académie des sciences : il s'agit de l'exacte et complète reproduction de diverses pierres précieuses. Partant de ce principe que les substances minérales en dissolution dans l'eau cristallisent, le plus souvent, par la lente évaporation de ce liquide, à l'aide du même principe et en se servant d'acides volatils à une très-haute température, M. Ebelmen a obtenu des combinaisons cristallines très-intéressantes. Cet habile chimiste a constaté qu'avec un dissolvant énergique, comme l'acide borique, l'acide phosphorique, etc., élevé à une certaine température, on peut dissoudre les éléments minéralogiques qui entrent dans la composition de quelques gemmes, et

en exposant ensuite ce mélange liquide pendant deux ou trois jours à l'action d'une chaleur très-intense on obtient, par l'évaporation lente du dissolvant, des combinaisons cristallines. M. Ebelmen a reproduit ainsi des cristaux de *Rubis spinelle*, de *Corindon* et de *Péridot*, ayant tous les caractères physiques et la même composition que l'analyse chi-que trouve à ces substances naturelles. Les cristaux ainsi nus ne sont, à la vérité, que de la grosseur d'un grain blé; mais tout fait présumer qu'en opérant sur des sses, on en obtiendra de plus volumineux.

Qui sait si la reproduction des autres pierres précieuses tera encore longtemps aux efforts de la chimie, et si ne parviendra pas, un jour, à les fabriquer de toute à l' e du même principe? Quoi qu'il en soit, cette restera dans les annales de la science, et s, les géologues disserteront sur l'origine et de mation des espèces minérales les plus res à la chaleur, ils devront avoir présentes à l'esprit les remarquables expériences de M. Ebelmen, et tenir compte de l'intervention possible des dissolvants dont on avait jusqu'ici méconnu l'importance.

Quant à ces imitations grossières, qui ne ressemblent que par le nom aux gemmes brillantes mystérieusement élaborées par les forces de la nature, elles sont encore bien loin de leurs modèles. On sait que tous ces produits artificiels ne sont que du verre coloré à l'aide de divers oxydes métalliques. Quelques-uns imitent assez bien la nuance et la transparence des pierres fines; mais n'en ont ni le jeu, ni l'éclat. N'ayant d'ailleurs aucune dureté remarquable, ces cristaux se dépolissent promptement; et bientôt leur éclat blafard ne les trahit pas moins que la large surface qu'on leur donne, comme si le lapidaire craignait de commettre un faux, en les produisant sous la forme élégante et sous le volume limité des rubis, des émeraudes, des saphirs et des opales, pierres éclatantes, incomparables, que l'œil charmé

ne peut se lasser de contempler, et que Delille dépeignait si poétiquement quand il s'écriait :

« Quelle variété dans leurs riches couleurs!
« Le bleu teint le saphir, le jaune la topaze,
« D'un pourpre ensanglanté l'ardent grenat s'embrase;
« D'un incarnat plus doux le rubis est empreint;
« Du plus aimable vert l'émeraude se peint.
« Du sol, des éléments, les vives influences
« A ces couleurs encor joignent mille nuances.
« Tous ont leur propre éclat; et, dans leur noir séjour,
« Se partagent entre eux les sept rayons du jour! »

(Poëme : *les Trois règnes de la Nature*, Chant IX.)

Pour terminer cette esquisse de minéralogie industrielle, que nous avons cherché à mettre à la portée de tout le monde, il ne nous reste plus qu'à nous occuper des minerais, c'est-à-dire des substances métallifères dont on extrait les métaux; mais, afin d'en rendre l'histoire plus intéressante et plus complète, nous exposerons d'abord la théorie de la formation des gîtes métallifères; puis, décrivant rapidement les divers travaux auxquels donne lieu leur exploitation, nous arriverons successivement à caractériser les minerais de chaque métal en particulier; et nous pourrons suivre les diverses opérations qu'ils subissent, depuis les lieux de leur extraction jusqu'à l'usine où on les fond.

CHAPITRE IV.

—

Des Minerais.

Théorie des gîtes métallifères. — Indices positifs et négatifs des gîtes. — Travaux de recherches. — Exploitation générale. — Métallurgie des métaux usuels.

Les métaux se présentent rarement à l'état pur ou natif ; ils sont presque toujours associés avec des substances étrangères qui masquent leur nature et leurs propriétés. On les trouve combinés avec l'oxygène dans les *oxydes*, avec le soufre dans les *sulfures*, avec l'acide carbonique dans quelques minerais *carbonatés*, avec différents métaux dans des associations particulières, etc. Ce sont là les principales combinaisons naturelles d'où l'on extrait presque tous les métaux. Lorsque les substances métallifères, réductibles par les procédés métallurgiques, se montrent en assez grande abondance pour faire l'objet d'une exploitation régulière, elles prennent le nom de *minerais*, et l'on donne celui de *gangue* à la substance pierreuse qui les enveloppe dans leur gisement primitif.

Les minerais forment quelquefois des dépôts considérables dans des roches de diverse nature ; mais, le plus souvent, ils se trouvent disséminés en filons, en nids, ou en rognons à différents étages de l'échelle géognostique. C'est particulièrement dans les anciens terrains accidentés par la sortie des roches plutoniques que les gîtes métallifères se montrent en abondance ; et l'on remarque qu'ils deviennent de plus en plus rares, à mesure qu'on s'en éloigne.

Parmi les *gîtes métallifères*, les uns paraissent avoir été formés à la même époque que les roches qui les recèlent; ce sont les *couches*, les *bancs*, et certains *amas*; les autres, au contraire, sont de formation postérieure aux roches encaissantes : tels sont les *filons* et les *stocwerks*.

Les minerais en couches, bancs et amas sont des gîtes irréguliers plus ou moins étendus en longueur, largeur et épaisseur; ils paraissent, en général, devoir leur origine à des dépressions remplies de matières provenant de la destruction de gîtes métallifères originaires ; mais il est aussi des amas sous forme de montagnes, dont l'origine se lie aux épanchements des anciens âges. C'est en couches ou amas que se présentent la plupart des minerais de fer; les minerais de cuivre, de plomb, d'étain, se montrent aussi quelquefois sous cette forme.

Les *Filons* métallifères sont des masses minérales aplaties, comprises entre deux plans à peu près parallèles, et coupant les couches des terrains qui les contiennent suivant toutes sortes de directions et d'inclinaisons. Ils ont souvent plusieurs lieues de longueur, sur une profondeur indéterminée, et présentent quelquefois, en divers points, des vides comblés par des roches de la surface.

Quant aux *Stocwerks*, ce sont de nombreux petits filons métallifères, courant dans toutes les directions, se croisant et s'entrelaçant dans un espace si peu considérable, qu'il faut enlever la masse entière et renoncer à les exploiter isolément. Cette disposition irrégulière appartient presque exclusivement aux minerais d'étain.

En général les filons, et les stocwerks qui n'en sont que de simples modifications, se trouvent dans les terrains primitifs et de transition. Ils paraissent intimement liés aux grandes perturbations qui, à des époques diverses, ont fissuré et bouleversé l'écorce terrestre. Leur connexion avec les anciennes roches d'origine ignée, sur tous les points du globe,

re ;e qu'une force expansive, agissant du centre à la circonférence, et disloquant les couches déjà solidifiées, y a produit de nombreuses fissures dans lesquelles sont enues se condenser par refroidissement des émanations zeuses métallifères. Tel paraît avoir été le mode de emplissage des filons et des stocwerks. En effet, le pa- llisme des filons de même nature dans une même con- , le croisement constant de ceux qui sont d'une autre ture ou d'âges différents, leurs bifurcations dans les terrains moins consistants, où les fissures ne pouvaient s'établir régulièrement, leur inclinaison, par rapport aux couches qu'ils traversent, enfin leur nature cristal- e, viennent appuyer cette pothèse. D'autre part, les vides que quelques-uns prés nt dans plusieurs de leurs rties, les fragments roulés o nguleux qu'ils renferment, et les fossiles qu'on y trou quelquefois, démontrent il est des filons comblés par v ie sédimentaire. Il résulte de tous ces faits que les filons sont le résultat de fentes produites dans l'écorce terrestre, fentes remplies, tantôt de bas en haut, par la matière en fusion, ou par la condensation de vapeurs métallifères, tantôt de haut en bas par des produits de transports, et quelquefois simultanément par l'une et l'autre cause. M. Gaudry, qui a fait récemment une étude attentive de plusieurs filons, considérés jusqu'ici comme remplis par voie sédimentaire, croit que la plupart de ces filons ont une origine ignée. A Stolberg, près d'Aix-la-Chapelle ; à la vieille Montagne, dans la province de Liége, les amas regardés comme superficiels sembleraient, d'après l'examen de M. Gaudry, avoir eu pour cause productrice des épanchements ignés.

Les filons *affleurent* ou se montrent souvent à la surface de la terre ; ils s'y font remarquer, soit par leur couleur, soit parce qu'ils forment une bande quelquefois saillante au-dessus du sol. Cette bande a pu résister à l'action érosive, tandis que la roche encaissante, moins dure, a été

désagrégée ou dénudée par les agents atmosphériques. D'autres fois les filons sont moins apparents, et se perdent au milieu des sinuosités des montagnes.

Les filons constituent la plupart des gîtes métallifères; leurs formes sont assujetties à des lois de continuité et de régularité dont on se rend facilement compte en théorie; leur puissance varie entre quelques millimètres et trente à quarante mètres; mais, dans le cas le plus fréquent, qui est aussi le plus favorable à l'exploitation, elle est d'environ deux mètres. Cette puissance n'est pas constante dans toute la longueur des gîtes : tantôt les filons se réduisent à un simple filet, tantôt ils présentent un renflement plus ou moins considérable; quelquefois ils se divisent, se bifurquent, en passant dans des roches moins consistantes; leur allure, au contraire, est plus régulière dans des roches compactes et solides. Ces faits généraux tiennent sans doute à ce que les fissures ont été produites en même temps sur des terrains divers; et l'on conçoit, en effet, que les fentes ont dû se produire avec plus de régularité, par exemple, sur des gneiss, des grauwakes, etc., que sur des matières schisteuses ou argileuses.

Quelquefois les filons diminuent d'épaisseur en s'approfondissant; mais il n'en est pas un seul où l'on ait pu constater une limite inférieure; aussi, la direction et l'inclinaison d'un filon étant connues, un travail fait pour aller recouper le gîte à une profondeur donnée est-il toujours certain. On est exposé aux chances de variation de puissance ou de richesse, mais la suppression du filon n'est jamais à craindre.

La richesse des filons est très-variable : quelques gîtes ne sont productifs qu'à une certaine profondeur; d'autres, au contraire, cessent de l'être en s'éloignant de la surface. Cette richesse offre également des variations dans le sens de la direction, et l'on rencontre assez souvent des parties entièrement stériles qu'il faut cependant traverser. Quelquefois le

inerai se présente en masses irrégulières et disséminées ns ordre, dans sa gangue : ce sont des nids, des rognons ont l'exploitation offre toujours de grandes difficultés ; d'au fois le filon présente des parties remplies d'une sub nce sans valeur. Cette rencontre est d'autant plus fâ ise, qu'il faut enlever une masse stérile, souvent for , et à la suite de laquelle le filon qu'on poursuit ne s ouve pas toujours avec facilité. Dans quelques cas même filon disparaît complétement par suite de rejets, et les re cherches pour le retrouver sont faites en pure perte.

En effet, les filons sont souven coupés par d'autres filons 'une formation postérieure. ni les appauvrissent, et tent un désordre momenta lans leur allure. Le filon iseur continue sa marche travers le filon croisé; sorte que ce dernier est s é en deux parties, qui ne se retrouvent plus vis-à-vis l'une e l'autre. On donne le nom e *rejet* à la distance qui sépare ces deux parties. Le rejet se retrouve ordinairement du côté de l'angle obtus que la direction du filon croiseur forme avec la direction du filon croisé.

Il est rare qu'un filon ne soit pas accompagné d'autres filons de même nature, et, dans ce cas, ils affectent entre eux un parallélisme constant. Lorsque la direction n'est pas la même, c'est qu'ils sont d'une nature différente, et qu'ils appartiennent à un système d'un autre âge. Cette loi générale, signalée par Werner, paraît intimement liée avec la théorie des diverses révolutions du globe.

Il est aujourd'hui bien reconnu que, dans les *recherches de gîtes de toute nature*, les indications géologiques sont le meilleur guide à consulter : aussi les ingénieurs, les mineurs, les carriers eux-mêmes, ne sauraient désormais être étrangers à la géologie ; car, si cette science ne conduit pas directement à la découverte des gîtes, du moins préserve-t-elle de toute fausse direction. En effet, l'exploration détaillée de la constitution géologique d'une contrée indique non

les terrains où peuvent se trouver les gîtes
:s, mais encore les parties de ces terrains où il y
chances de les rencontrer. D'autres fois, cette
)loration démontre que telle substance ne doit
rouver dans tel terrain, et qu'on l'y chercherait
es indications, bien que n'ayant pas une valeur
ı'en sont pas moins précieuses, et tracent la
suivre dans les travaux de recherches.

qui peut servir de guide pour mettre sur la trace
nétallifères se nomme *indices*. Ceux-ci sont *posi-*
ıatifs. Les indices positifs peuvent se diviser, à
en indices *éloignés* ou *prochains*.

ces éloignés indiquent seulement une probabilité
)ins vague ; ce sont, par exemple, des roches, des
qui caractérisent un terrain où l'on trouve or-
ıt tel ou tel minerai. Les filons stériles, quand ils
ınd nombre, sont aussi des indices éloignés, parce
sent souvent des filons métallifères. Une contrée
des espérances lorsque le terrain y est accidenté
ches d'épanchement, ou encore lorsque, dans les
il y a des gîtes exploitables. Il est évident que ces
ıcquièrent une certaine autorité qu'autant que
rconstances locales viennent en appuyer le témoi-

'ices prochains sont fournis par la rencontre de
de minerais roulés ou triturés ; par l'attraction ma-
ı ce qui concerne les minerais de fer. L'indice pro-
étain est le wolfram, parce que le wolfram ac-
presque toujours l'étain. La baryte sulfatée, la
tée, et quelquefois le quartz et la chaux carbo-
ıent aussi des indices prochains, parce que les
'dinaires des minerais se composent de l'une de
substances.

e demande quels sont les indices qui ne laissent
:e, on est forcé de convenir qu'il y en a fort peu,

et que les indices certains des gîtes métallifères ne sont autre chose que les affleurements de ces mêmes gîtes ; et encore, il faut bien le dire, les affleurements eux-mêmes ne doivent autoriser que des recherches faites avec réserve ; car ils ne démontrent pas toujours qu'il existe là une quan suffisante de minerai assez riche pour motiver de grandes dépenses.

Les *indices négatifs* sont nombreux : il suffira de dire qu'ils indiquent que telle ou telle substance ne peut pas exister dans tel ou tel terrain. Ainsi les terrains granitiques excluent l'espoir de déco rir le sel gemme ; les terrains sédimentaires modernes ne recèlent aucun gîte métallifère originaire; ils ne pe t contenir que leurs débris ouvent assez riches, il est vr our être exploités. Les terrains volcaniques modernes rent aucun métal exploitable, etc.

La meilleure manière d'alle a *recherche des gîtes métallifères* est de parcourir et d'étud r le sol sur lequel on opère. C'est sur les montagnes et vers le fond des vallées qu'on doit particulièrement porter son attention. Les escarpements, les excavations, doivent être soigneusement explorés. Il faut revenir souvent sur une pareille exploration, qu'un seul voyage ne saurait compléter, ayant toujours présent à l'esprit les différents degrés de confiance qu'on doit accorder aux indices. Les torrents sont de puissants auxiliaires pour ceux qui se livrent à la recherche des gîtes de toute nature; ces cours d'eau, en effet, charrient, après les orages, la collection complète des roches de la contrée. Il suffit, à l'aide d'une sébile, de laver et d'étudier ces cailloux roulés, ou leurs débris pulvérulents, pour prendre une idée, non-seulement des grandes masses minérales du pays qu'on explore, mais aussi des substances qui s'y rencontrent accidentellement. Ainsi, il est certain que, si l'on vient à trouver de la baryte, de la chaux fluatée ou toute autre gangue, on peut présumer que ces substances appartiennent à un ou plusieurs

|u'en remontant le torrent et ses affluents, ces
leviendront plus gros et plus anguleux, à mesure
ochera des gîtes qui les ont fournis. C'est par
|u'avec un peu de persévérance on finit par arri-
ints d'affleurement, qui sont, nous le répétons,
ıdices certains des gîtes métallifères.

l'art des mines ne se rattache qu'indirectement
n, nous croyons devoir en donner ici une ana-
:te, qui permette au lecteur d'embrasser l'en-
travaux hardis et ingénieux que les mineurs
)our extraire les minerais des entrailles de la

ıiers travaux d'une mine sont destinés à con-
›sition, la direction, l'inclinaison et la richesse
s travaux de recherche varient selon les circon-
si une couche ne s'attaque point comme un filon;
la montagne exigent des travaux différents, etc.
ıe par tranchée est la plus simple et la moins
ais elle ne donne souvent que des indications
›mme les filons sont ordinairement dans des
ʒneux, on peut presque toujours faire les pre-
erches par galerie, sorte de couloir souterrain.
ıce le percement dans la partie la plus basse et
ıe du gîte qu'on veut attaquer, afin de le recon-
n point favorable, et d'assurer en même temps
›uterraines un écoulement facile. Ces galeries,
assécher les travaux futurs, ont nécessaire-
:dans au dehors, une légère pente d'environ
ètres par mètre.

pays de plaine, au contraire, la recherche par
le praticable. On creuse alors plusieurs puits à
de distance les uns des autres; et, à différentes
au-dessous de l'orifice de ces excavations, on
galeries qui suivent la direction du gîte. Il va
ıe, lorsque les roches ne sont pas solides, ces

différents travaux sont boisés au fur et à mesure qu'on fonce et qu'on perce, comme nous le dirons plus loin, quand nous traiterons du boisage. Un puits est plus coûteux qu'une galerie; mais, en revanche, il procure des renseignements plus étendus. On peut le percer dans un pays de montagne comme dans un pays de plaine. La forme qu'on adopte est généralement ovale, c'est la plus favorable pour les divers services de la mine; mais on peut aussi lui donner une forme circulaire ou même carrée.

La forme qu'on donne aux galeries est celle de l'ogive avec des dimensions atteignant rarement plus de deux mètres en hauteur, et un mètre et demi en largeur.

C'est ordinairem [illegible] l'ori [illegible] e des puits qu'on établit les corps de pompes, a [illegible] échelles pour descendre dans la mine; c'est aussi là que se [illegible] ouvent les machines pour remonter à la surface les mine [illegible] ais et les déblais. Quelle que soit la forme du puits, on le termine toujours par un puisard, où toutes les eaux viennent se rendre, et que recouvre un solide plancher garni d'une trappe. De distance en distance, ou plutôt à différents niveaux, les puits communiquent avec les galeries. Ces galeries sont destinées à différents usages: ainsi l'on nomme *galeries d'écoulement*, celles qui servent à l'écoulement des eaux; *galeries de roulage*, celles qui sont destinées au transport des matières qu'on extrait; *galeries d'allongement*, celles qui sont percées parallèlement à la direction des gîtes, et qui servent à les reconnaître; et *galeries de traverse*, celles qui coupent transversalement ces mêmes gîtes, pour en faciliter l'exploitation.

Entailler, abattre et recueillir, telles sont les principales opérations du mineur; mais les roches sur lesquelles il opère varient considérablement de dureté, de consistance et de ténacité; et c'est dans la connaissance parfaite de ces différents caractères et dans l'application des moyens propres à vaincre les difficultés que réside, en grande partie, l'art du mineur.

La plupart des roches permettent aux outils de pénétrer lentement dans leur masse; on les attaque avec des instruments si bien acérés, qu'on finit par les abattre; toutefois il est des roches vives et dures qui ne cèdent qu'à une action violente. Comme le volume du gaz incandescent produit par l'inflammation de la poudre est quatre à cinq mille fois plus considérable que le volume primitif de la poudre, ce gaz, par sa force subite d'expansion, est la puissance la plus énergique qu'on puisse employer pour triompher de la dureté de certaines masses minérales.

L'*abattage à la poudre* se pratique, dans les mines, par un moyen très-simple. Il consiste à percer des trous, convenablement placés, dans la masse à abattre, à y introduire une cartouche par-dessus laquelle on chasse une bourre de matière calcaire ou argileuse, en se ménageant le moyen d'enflammer la cartouche à l'aide d'une mèche. Les charges doivent être en rapport avec la dimension des trous forés, la résistance de la roche et la solidité des travaux. Elles varient entre soixante et cent cinquante grammes; mais quand on opère à ciel ouvert, où les travaux permettent d'agir librement, les charges sont portées jusqu'à plusieurs kilogrammes.

Lorsque la charge du trou de mine est terminée, le mineur, après s'être assuré que rien ne s'oppose à sa retraite, allume la mèche et se retire. Il revient après la détonation, examine l'effet produit, frappe sur la roche, avec sa masse, pour reconnaître les parties fendues, qui se distinguent parfaitement au son. Il abat ensuite, à l'aide du pic et du levier, toute la partie ébranlée.

Un des grands inconvénients de la poudre ordinaire, dans les travaux souterrains, est de vicier l'air par l'abondance de fumée qui résulte de la combustion; mais tout fait présumer que le fulmi-coton (*pyroxyle*), découvert récemment, étant moins sujet à cet inconvénient, finira par remplacer totalement la poudre à canon dans les travaux sinueux et profonds.

Des expériences, auxquelles nous avons assisté, nous ont pleinement démontré que l'énergie du coton-poudre est plus puissante que celle de la poudre ordinaire. L'action en est environ trois fois plus forte ; aussi ne doit-on l'employer qu'avec prudence dans les mines où la solidité des travaux pourrait être compromise par une explosion trop violente.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des travaux préparatoires, et des moyens qu'on emploie pour les exécuter; mais, quand tout est reconnu et suffisamment préparé pour asseoir l'exploitation, il reste à opérer, par les moyens les plus économiques et les moins périlleux, l'extraction et l'enlèvement jusqu'au dehors des substances minérales qui forment l'objet de l'entreprise. Ce sont les différentes parties de ce sujet important que nous allons successivement décrire.

De toutes les *exploitations*, celle qui se fait à *ciel ouvert* est, à la fois, la plus simple et la plus économique. La possibilité d'opérer en grand y rend l'abattage prompt et facile; aussi est-elle adoptée pour des gîtes peu distants de la surface. Elle consiste à pratiquer des excavations en coupant le terrain par gradins superposés, auxquels on donne un talus suffisant pour prévenir l'éboulement, en même temps qu'on y ménage des rampes pour le transport des minerais. Quand les travaux ont lieu à une certaine profondeur, on se sert de machines pour opérer l'extraction, et l'on fait le triage en bas, afin de ne pas remonter des matières inutiles. Les eaux sont un des grands obstacles de cette méthode; car les travaux reçoivent non-seulement les eaux d'infiltration, mais encore les eaux pluviales.

On exploite à ciel ouvert un grand nombre de minerais en amas, tels que les mines de fer de l'île d'Elbe, quelques-unes de celles de la Suède, plusieurs gîtes d'étain de la Saxe, etc. La forme et la composition plus ou moins homogène de ces gîtes, qui conduisent à poursuivre certaines

parties, tandis que d'autres sont abandonnées, donnent aux excavations qui en résultent un aspect très-irrégulier.

Dans ces exploitations à ciel ouvert, les obstacles qui se présentent sont facilement vaincus; mais il en est autrement, lorsqu'à l'aide de *travaux souterrains* il faut aller chercher, abattre et enlever le minerai à des profondeurs considérables. Alors les travaux deviennent pénibles, lents et dispendieux; alors il faut tout l'art et toute la pratique du mineur pour abréger les opérations et vaincre les nombreuses difficultés qui peuvent se présenter.

La disposition générale d'une mine, dit M. Combes (1), dont nous empruntons les propres paroles, doit se proposer de satisfaire aux conditions suivantes :

« 1° *Faciliter l'écoulement des eaux qui arrivent dans les excavations souterraines, ou leur épuisement lorsque la mine n'est point asséchée par une galerie d'écoulement.* » Cette condition exige que toutes les excavations souterraines, au-dessous desquelles il n'y a pas de galerie d'écoulement, soient à un niveau supérieur à un puisard situé au fond d'un puits, et vers lequel se rendent toutes les eaux qu'on retire ensuite à l'aide de machines.

« 2° *Rendre le transport souterrain des minerais commode et peu dispendieux.* » On satisfait à cette condition en donnant aux galeries qui conduisent aux chantiers d'exploitation une pente dont le degré dépend du mode de transport qu'on veut adopter. Le transport le plus économique consiste souvent dans l'emploi de chariots roulant sur des rails.

« 3° *Faire circuler un volume d'air suffisant dans toutes les excavations où les ouvriers sont obligés de passer ou de stationner.* » Ainsi, tous les lieux fréquentés doivent faire partie d'un circuit communiquant avec le dehors par au moins deux orifices, dont l'un sert à l'entrée et l'autre à la

(1) Ingénieur en chef des mines (*Traité d'exploitation*).

[illegible] assisté, nous ont
[illegible] coton-poudre est plus
[illegible] L'action en est
[illegible] doit-on l'employer
[illegible] solidité des tra-
[illegible] explosion trop vio-
[illegible]

[illegible] travaux prépara-
[illegible] les exécuter :
[illegible] préparé pour
[illegible] par les moyens les
[illegible] l'extraction et l'en-
[illegible] minérales qui for-
[illegible] Ce sont les différentes par-
[illegible] successivement
[illegible]

[illegible] celle qui se fait à *ciel ouvert*
[illegible] plus économique. La pos-
[illegible] l'abattage prompt et fa-
[illegible] pour des gîtes peu distants de
[illegible] des excavations en cou-
[illegible] superposés, auxquels on donne
[illegible] l'éboulement, en même
[illegible] des rampes pour le transport des
minerais. Quand les travaux ont lieu à une certaine pro-
fondeur, on se sert de machines pour opérer l'extraction,
et l'on fait le triage en bas, afin de ne pas remonter des
matières inutiles. Les eaux sont un des grands obsta[illegible]
cette méthode ; car les travaux reçoivent non-seul[illegible]
eaux d'infiltration, mais e[illegible] les eaux pluvi[illegible]

On exploite à ciel ouv[illegible] grand no[illegible]
ou amas, tels que les [illegible] de l'i[illegible]
unes de celles de l[illegible] usieur[illegible]
Saxe, etc. La form[illegible] posit[illegible]
mogène de ces gît[illegible] aise[illegible]

parties, tandis que d'autres sont abandonnées, donnent aux excavations qui en résultent un aspect très-irrégulier.

Dans ces exploitations à ciel ouvert, les obstacles qui se présentent sont facilement vaincus ; mais il en est autrement, lorsqu'à l'aide de *travaux souterrains* il faut aller chercher, abattre et enlever le minerai à des profondeurs considérables. Alors les travaux deviennent pénibles, lents et dispendieux ; alors il faut tout l'art et toute la pratique du mineur pour abréger les opérations et vaincre les nombreuses difficultés qui peuvent se présenter.

La disposition générale d'une mine, dit M. Combes (1), dont nous empruntons les propres paroles, doit se proposer de satisfaire aux conditions suivantes :

« 1° *Faciliter l'écoulement des eaux qui arrivent dans les excavations souterraines, ou leur épuisement lorsque la mine n'est point asséchée par une galerie d'écoulement.* » Cette condition exige que toutes les excavations souterraines, au-dessous desquelles il n'y a pas de galerie d'écoulement, soient à un niveau supérieur à un puisard situé au fond d'un puits, et vers lequel se rendent toutes les eaux qu'on retire ensuite à l'aide de machines.

« 2° *Rendre le transport souterrain des minerais commode et peu dispendieux.* » On satisfait à cette condition en donnant aux galeries qui conduisent aux chantiers d'exploitation une pente dont le degré dépend du mode de transport qu'on ve[illegible]pter. Le transport le plus économique consiste sou[illegible] l'emploi de chariots roulant sur des

[illegible] *e d'air suffisant dans toutes* [illegible] *sont obligés de passer ou* [illegible] ix fréquentés doivent faire [illegible] t avec le dehors par au [illegible] à l'entrée et l'autre à la

[illegible] exploitation).

sortie de l'air, de manière qu'il y ait constamment un
culation atmosphérique sur tous les points. Les excava
à une seule ouverture forment des impasses qui, dès qu'
ont atteint un certain développement, ne sont pas suffi
ment aérées.

« 4° *Rendre l'abattage des minerais facile et économiq*
Cette condition fait dépendre la forme et la direction
tailles ou chantiers d'abattage de la manière d'être
gîtes, et de la texture des masses minérales qu'il s'
d'entailler. Tantôt on attaque de bas en haut, et tantôt
haut en bas.

« 5° *Faire qu'on puisse arracher la totalité ou la*
grande partie des minerais utiles, sans danger pour les
vriers. » C'est-à-dire qu'il faut que le mode d'exploitat
soit approprié aux circonstances particulières du gîte,
tamment à sa puissance, à son inclinaison, à la solidité
toit et du mur, et à la quantité de matières stériles qui
compagnent les minerais.

« 6° *Éviter d'avoir à maintenir ouvert un grand dévelop*
pement de galeries dont les parois seraient soutenues par d
boisages d'un entretien coûteux. » Cette condition exige q
les travaux ne soient pas éparpillés sur une grande étendu
et que les ouvriers soient, au contraire, réunis dans
champ limité qu'on épuise et qu'on abandonne pour n'
plus rentrer.

« 7° *Avoir des ateliers d'exploitation prêts à recevoir l*
ouvriers qui abandonnent les tailles où l'exploitation e
arrivée à la limite par l'épuisement du gîte, ou autrement.
C'est-à-dire qu'il faut mener de front les travaux d'exploita
tion et les travaux préparatoires, afin d'avoir toujours d
nouveaux champs d'exploitation pour les ouvriers qui o
terminé les leurs.

On conçoit que, dans un ouvrage élémentaire comme ce
lui-ci, et qui s'adresse particulièrement aux masses, not
intention n'est pas d'entrer dans tous les détails de l'explo

tation des mines. Pour atteindre notre but, il nous suffit de donner un aperçu raisonné des principaux travaux souterrains; aussi nous bornerons-nous à exposer sommairement, à cet égard, ce qui mérite le plus de fixer l'attention.

Lorsque les travaux préparatoires ont amené les ouvriers au point du filon d'où doivent partir les travaux d'exploitation, on s'occupe de diviser la masse exploitable en massifs parallélipipédiques, au moyen de galeries d'allongement et de traverse. Deux méthodes principales sont généralement en usage : l'une consiste à attaquer le minerai par-dessus, et l'autre à l'attaquer par-dessous. Dans l'un et l'autre cas, on dispose les entailles par gradins semblables pour faciliter l'activité des travaux. Le minerai détaché s'amène au jour au moyen de brouettes ou chariots, quand les galeries aboutissent à la surface; dans le cas contraire, on le roule jusqu'au puits d'extraction, et on le dépose dans une tonne qu'un agent mécanique fait alternativement monter et descendre.

Lorsqu'on attaque de haut en bas, la méthode est dite par *gradins droits*; elle nécessite la division en massifs réguliers, d'environ deux mètres de hauteur sur six à huit mètres de longueur. On opère l'abattage au pic et à la poudre, en conduisant toujours le système général de l'entaille en forme de gradins; et, comme ce travail se fait sur autant de front d'abattage qu'on a dégagé de massifs parallélipipédiques, il en résulte l'aspect d'un escalier à grandes marches que les travailleurs occupent sur tous les points. A mesure qu'on avance, on boise le vide qui en résulte avec des étais allant du toit au mur, solidement assujettis dans des entailles, et sur lesquels on établit des planchers destinés à recevoir les déblais stériles résultant du premier triage du minerai. Celui-ci, débarrassé d'une partie de sa gangue, est transporté jusqu'au puits de service, d'où on l'élève ensuite à la surface. Cette méthode a l'avantage d'of-

frir toujours sur deux faces le massif à abattre; le triage y est facile, et les ouvriers travaillent sur le filon dans une position commode, sans craindre les éboulements.

L'autre méthode, dite par *gradins renversés*, diffère de la précédente en ce que la disposition est inverse. Les parallélipipèdes y sont attaqués de bas en haut, de telle sorte que ce travail présente encore l'image d'un escalier, mais d'un escalier renversé, dont les marches sont vues en dessous. On entasse les déblais sur un plancher solidement établi. Lorsque les déblais sont en quantité suffisante pour former un talus assez élevé, le mineur se place dessus pour travailler; dans le cas contraire, il se sert d'un plancher mobile, qu'il pousse devant lui au fur et à mesure qu'il avance.

Ces deux méthodes ont pour avantage commun l'extraction complète du filon; mais, en les comparant attentivement, on trouve qu'elles ont des avantages et des inconvénients particuliers qui doivent nécessairement faire préférer l'une à l'autre, selon les circonstances. En effet, si la méthode à gradins droits permet au mineur de travailler dans une position plus commode, elle oblige, en revanche, d'employer une énorme quantité de bois qui se trouve à jamais perdue. Par la méthode à gradins renversés, le mineur travaille, il est vrai, dans une position gênante, mais l'abattage y est facilité par le poids des masses, et l'on y emploie moins de bois; d'autre part, elle a le grave inconvénient de rendre le triage difficile, parce que les minerais tombent sur les déblais. Cette considération suffit, dans certains cas, pour assurer la préférence aux gradins droits, sur lesquels tout peut être exactement recueilli après l'abattage. Le choix ne saurait donc être déterminé que par des considérations spéciales, résultant de la nature et de la manière d'être des gîtes. Cependant, la méthode par gradins renversés est généralement plus répandue : la plupart des filons de Cornouailles et de la Saxe sont exploités de

cette manière, ainsi que ceux de Poullaouen et de Pontgibaud, en France.

Il est encore plusieurs autres méthodes qui diffèrent plus ou moins de celles que nous venons d'exposer, soit par l'inclinaison des gradins, soit par l'abattage de front de plusieurs gradins à la fois, soit, enfin, en laissant des pleins piliers dans la masse que l'on exploite, pour assurer la solidité des travaux. Nous n'entrerons pas dans ces détails, faciles à apprécier quand on est sur les lieux et que l'on connaît l'inclinaison, la puissance, la composition du gîte et la consistance du terrain encaissant.

Il est des mines qui, par leur étendue et par leur profondeur, méritent d'être rangées parmi les plus grands travaux que la main de l'homme ait exécutés ; quelques-unes n'ont pas moins de cinq à six cents mètres de profondeur au-dessous du niveau de la mer. Certains puits dans le Hartz descendent à sept ou huit cents mètres. Néanmoins, l'exploitation des mines sera toujours un faible moyen de connaître l'intérieur du globe; car plus on descend et plus augmentent la température et la corruption de l'air, de sorte qu'à certaines limites les hommes peuvent à peine respirer.

Cet obstacle seul peut arrêter le mineur qui, libre et joyeux, s'avance hardiment au-devant du péril. L'habitude lui ôte toute crainte; d'ailleurs, plein de confiance dans la solidité de la roche qu'il perce, il se croit complétement en sûreté dans ses souterrains revêtus de maçonnerie ou de charpente seulement. Rien ne saurait peindre le vif intérêt qu'on éprouve en allant, pour la première fois, visiter dans leurs ateliers ces habitants des ténèbres. Les mœurs originales de cette population isolée du monde, dévouée à de pénibles travaux, offrent un vaste champ à la pensée de l'observateur. Un sentiment particulier nous saisit, nous domine, en entrant dans ces sombres demeures. On s'étonne; le cœur se remplit d'effroi à la vue de ces

échelles verticales sur lesquelles montent et descendent les intrépides mineurs. Le réseau des galeries, qui se croisent dans toutes les directions, représente un vrai labyrinthe où l'on n'oserait pénétrer sans guide. La faible clarté des lampes, qui répandent une lumière sinistre au travers de laquelle les ouvriers paraissent et disparaissent comme des ombres; le silence seulement interrompu par le bruit des marteaux, le bruissement des eaux, le gémissement monotone des machines qui élèvent le minerai, les détonations des pétards, que l'écho multiplie et dont le bruit s'évanouit sourdement; tout cela laisse dans la mémoire des souvenirs ineffaçables.

Les autres travaux les plus importants des mines consistent dans le *boisage* ou *muraillement*, l'*aérage*, l'*épuisement des eaux*, enfin la *préparation mécanique* qu'on fait subir aux minerais, avant de les livrer aux fonderies. Nous allons en donner un aperçu.

Lorsque des travaux souterrains sont pratiqués dans des roches dures et solides, les excavations se soutiennent d'elles-mêmes, ou bien quelques légères précautions suffisent pour les maintenir; mais, dans la plupart des cas, les roches sont fissurées; et, une fois entaillées, elles se fissurent encore davantage, en sorte que, si elles n'étaient soutenues par des moyens spéciaux, les voûtes s'ébouleraient bientôt, ou les parois se resserreraient par suite des poussées latérales. Aussi le mineur n'attend-il pas que ces effets se produisent pour les combattre; de là des *boisages* ou des muraillements plus ou moins compliqués, pour assurer la solidité des travaux.

Les conditions générales du boisage reposent sur les principes suivants : 1° Disposer l'ensemble de manière que les pièces soient aussi courtes que possible, et se trouvent dans un état de tension général; 2° éviter de faire porter la charge sur un seul point d'une pièce, toutes les fois qu'on peut répartir cette charge sur toute la longueur de la même

pièce ; 3° faire toutes les entailles à la hache ou à l'herminette; car les traits de scie laissent des surfaces spongieuses qui, en absorbant l'eau, entraînent la corruption du bois.

Le boisage s'établit au moyen de *cadres* plus ou moins rapprochés, selon le degré de consistance et de solidité de la roche. Un cadre se compose de quatre pièces : une *semelle* qui repose sur le sol, deux *montants* qui s'appuient sur la semelle, et un *chapeau* à la partie supérieure, reposant sur les montants. Cette charpente n'admet ni tenons, ni chevilles, ni mortaises; tous les assemblages se font par entailles et se consolident par pression, au moyen de coins placés entre les bois et la roche. Ces cadres sont toujours placés verticalement, quand la galerie est horizontale, et perpendiculairement à la direction de la galerie, quand celle-ci est inclinée. Les petits vides qui existent entre les bois et la roche sont remblayés, puis on chasse des coins entre les garnissages et les cadres, afin d'établir dans l'ensemble un état de tension général.

Le boisage n'est pas toujours aussi complet. Souvent le sol est assez solide pour permettre la suppression d'une ou de plusieurs pièces des cadres ; d'autres fois, au contraire, lorsque le terrain pousse fortement, on ajoute des pièces supplémentaires. A la manière dont les bois se courbent, on s'aperçoit de quel côté vient la pression, et cela seul suffit pour indiquer dans quel sens il faut renforcer le boisage. On intercale alors de nouveaux cadres entre les premiers; en un mot, on boise plus serré.

Quelquefois on emploie de préférence le *muraillement*, à la vérité plus coûteux, mais aussi qui dure des siècles. C'est particulièrement pour les puits, pour les ouvrages importants, ceux à grandes sections, qui doivent réunir les conditions d'une longue durée et d'un faible entretien, que le soutènement en maçonnerie est indispensable. Du reste, ces travaux intérieurs se font, comme au jour, en

ayant soin, toutefois, de se servir d'un mortier préparé avec de la chaux maigre.

Après avoir décrit les moyens employés pour abattre les minerais et pour soutenir les excavations résultant de cet abattage, il convient de dire un mot sur le *transport intérieur des substances* qui font l'objet de l'exploitation. Les moyens de transport sont surtout de la plus grande importance lorsqu'il s'agit de minerais d'une faible valeur intrinsèque, comme ceux de fer, et généralement de tous les minerais pauvres, dont le triage ne peut se faire dans les travaux souterrains. On conçoit que de riches minerais puissent être transportés à dos d'homme, ou dans des brouettes, à raison de leur valeur et de leur exiguïté ; mais il n'en est pas de même des minerais abondants et pauvres ; leur transport exige nécessairement un roulage facile et accéléré, en harmonie avec l'énorme quantité qu'on en retire chaque jour ; aussi les chemins de fer ont-ils pris naissance dans les mines de houille, tandis que les voies de roulage sont très-incomplètes dans la plupart des exploitations où le titre du minerai est élevé.

L'homme, dans les travaux souterrains, agit comme porteur, brouetteur ou traîneur. Le transport à dos d'homme est le plus pénible et le plus vicieux. En Europe, il n'est employé que dans un petit nombre de mines, et encore ne l'est-il que pour de faibles distances, telles que celles des tailles aux voies de roulage ; mais en Amérique, surtout dans l'Amérique méridionale, nous avons vu cet usage très-répandu. En général, les transports intérieurs se font par l'homme ou par le cheval, agissant comme traîneur. Ce sont des chariots qu'on traîne ou qu'on pousse sur le sol des galeries ou sur des voies perfectionnées, consistant en ornières de bois. Ces voies sont établies depuis les chantiers d'abattage jusqu'au pied du puits d'extraction, ou jusqu'au jour, quand la galerie de roulage aboutit à la surface. Dans quelques mines à long trajet, où le roulage présente

une grande importance, on n'hésite pas à établir un chemin de fer sur le sol des galeries. Ce mode de transport a un avantage immense sur tout autre. Les rails sont susceptibles de se démonter et de se remonter rapidement, de manière à faciliter le déplacement des voies, à mesure que les chantiers d'abattage se déplacent. Ailleurs, on se sert de différents moyens, selon les circonstances spéciales à telle ou telle localité; ainsi la plupart des mines présentent, relativement au roulage, des conditions très-diverses.

Lorsque les galeries de roulage n'aboutissent pas au jour, comme il arrive assez fréquemment, le transport intérieur ne constitue qu'une partie de l'extraction, et il reste encore à élever le minerai jusqu'à la surface. On prépare, à cet effet, aux différents étages du puits d'extraction, des emplacements commodes pour le chargement des bennes ou tonnes que des agents mécaniques, placés à l'orifice du puits, font alternativement monter et descendre.

L'*air* s'altérant plus ou moins dans les travaux sinueux et profonds, on comprend que le mineur doit chercher par tous les moyens à combattre cette altération. Les principales causes qui tendent à vicier l'air sont la respiration des hommes, la combustion des lampes, les explosions de la poudre, la décomposition des bois, et surtout les dégagements de gaz délétères qui se font jour par les fissures des travaux. Or, comme ces causes sont permanentes, on ne peut les combattre qu'en créant des courants d'air assez énergiques pour entraîner au dehors les gaz délétères, et entretenir ainsi un milieu respirable.

L'*aérage* est dit *naturel*, quand le courant d'air peut être déterminé par la seule différence de température, d'où résulte la différence de densité entre l'air intérieur et l'air extérieur. Cet aérage naturel s'établit par une disposition convenable de l'ensemble des excavations et des ouvertures aboutissant au jour. L'aérage, au contraire, est *artificiel* lorsqu'il exige l'emploi d'une force motrice continuelle-

ment agissante : c'est ainsi qu'avec le secours de machines on aspire ou l'on refoule l'air dans les travaux. Quelquefois on dispose un foyer sur un point des travaux; la dilatation atmosphérique s'y établit aussitôt, et détermine sur-le-champ un courant d'air d'autant plus énergique, que le foyer est plus puissant. On se sert particulièrement de ce dernier procédé quand les travaux sont profonds et sinueux.

Indépendamment des cours d'eau souterrains, la plupart des roches donnent lieu à des infiltrations multipliées provenant, soit des eaux pluviales que la terre absorbe, soit du voisinage des pièces d'eau de la surface. Ces infiltrations suivent les fissures ou délits des roches, s'échappent par filets ou tombent par gouttes continues; enfin, il arrive quelquefois qu'une source est mise à découvert, et amène subitement une quantité notable d'eau dans les travaux, qui seraient bientôt inondés si l'on n'y portait remède. Il importe donc d'établir des *moyens d'épuisement* proportionnés à la masse d'eau qui pénètre dans la mine, afin de maintenir constamment les travaux à sec.

On conçoit que, dans les exploitations à ciel ouvert, de simples moyens suffisent pour enlever les eaux, ou pour les conduire dans des puits absorbants où elles disparaissent. Si les circonstances s'opposent à de pareilles dispositions, on opère l'épuisement à l'aide d'agents mécaniques, tels que bennes ou chapelets, etc. L'extrême simplicité de ces moyens nous dispense de toute explication. Il n'en est pas ainsi dans les mines profondes et étendues : alors l'asséchement acquiert une grande importance, à raison des obstacles quelquefois insurmontables qu'il présente. Les moyens employés pour prévenir l'inondation des mines peuvent se diviser en deux parties : 1° L'*asséchement naturel,* au moyen d'une galerie d'écoulement; 2° l'*épuisement des eaux,* à l'aide de bennes ou de pompes.

On se sert du premier moyen dans les pays montagneux où l'on peut percer une *galerie d'écoulement* partant de

partie inférieure de quelques vallons et allant joindre le gîte à une certaine profondeur; ces excavations assèchent naturellement tous les travaux dont le niveau leur est supérieur; et, s'il est des travaux situés à des niveaux inférieurs, on fait, à l'aide de pompes, remonter l'eau jusqu'à la galerie d'écoulement, d'où elle peut ensuite se répandre au dehors.

Une galerie d'écoulement peut se rattacher aux exploitations de toute une contrée. On en connaît qui ont un grand développement : celle du district de Schemnitz, en Hongrie, a seize kilomètres de longueur, et sert à l'écoulement et au roulage. La grande galerie d'écoulement de Clausthal, au Hartz, a plus de dix kilomètres, et sert à un grand nombre de mines pour diverses branches de service.

Le percement des grandes galeries d'écoulement est facilité par plusieurs puits qui permettent d'attaquer le travail sur divers points à la fois; mais on ne se décide à donner un grand développement à ce travail que lorsque des calculs rigoureux ont démontré l'avantage qui doit en résultèr pour la mine, soit en y facilitant l'exécution de divers travaux, soit en y supprimant les frais qu'entraîne l'épuisement mécanique.

Malheureusement les galeries d'écoulement ne peuvent guère se pratiquer dans les pays peu accidentés; elles y deviennent trop étendues, n'assèchent point une masse proportionnée à leur longueur, et, par conséquent, n'atteignent que d'une manière imparfaite le but qu'on se propose : aussi faut-il, de toute nécessité, dans les plaines, avoir recours à des moyens mécaniques d'épuisement. Pour cela, on concentre les eaux au fond des puits, dans un seul bassin, d'où on les retire ensuite de plusieurs manières.

Souvent on se sert de *bennes* qui prennent l'eau d'elles-mêmes dans le puisard, et qu'on remonte à l'aide d'un agent mécanique. Ce genre d'épuisement, très-simple, a l'avantage d'enlever les eaux sales et boueuses; mais

il est lent, son action n'est pas continue, en sorte qu'il est insuffisant quand les eaux sont abondantes. Comme il faut alors employer des moyens proportionnés aux efforts à exercer, on a recours à des *pompes* dont le jeu est facilité par des machines plus ou moins puissantes. Ces pompes sont mues, tantôt par la force de l'homme ou du cheval, tantôt par le cours ou la chute des eaux, quelquefois par le vent ou la vapeur, selon les circonstances; et il est inutile d'ajouter que l'eau qu'elles remontent à la surface est dirigée vers un point où elle trouve un écoulement naturel.

Tels sont les principaux travaux qu'on exécute pour extraire les minerais du sein de la terre. Ces travaux sont souvent étendus et sinueux; et, pour en apprécier la situation respective d'une manière exacte, il faut en lever le *Plan*. On suit, dans cette opération, la méthode du cadastre; seulement on est obligé d'employer quelques moyens particuliers, à cause de l'obscurité et de la sinuosité des galeries souterraines.

Trois instruments sont indispensables pour lever le plan d'une mine : 1° la boussole, qui sert à reconnaître la direction; 2° le demi-cercle gradué, qui, convenablement suspendu, donne l'inclinaison; 3° le cordeau, ou la chaîne, pour mesurer les distances. On prend successivement les divers éléments du plan, lesquels sont la direction, l'inclinaison et la longueur des galeries. Lorsqu'une station est terminée, on porte le cordeau plus loin; puis on recommence une autre station, et ainsi de suite, en ayant soin de noter toujours au fur et à mesure, sur un carnet, la direction, l'inclinaison et la longueur des parties relevées. Il est évident que, si, au lieu d'entrer dans les travaux de plain-pied, comme nous le supposons ici, on y pénètre par un puits, on doit en noter la profondeur verticale et les autres dimensions; arrivé aux galeries, on opère ensuite comme il vient d'être dit sommairement.

cipales voies ou galeries étant relevées, il ne
lue de les rapporter sur un papier quadrillé, en
l'une échelle convenue, par exemple d'un milli-
nètre ou de toute autre dimension. Dans ce tra-
fait au jour, on reporte une à une sur le papier
que l'on a faites dans la mine, en plaçant la
: le plan qu'on va dessiner, exactement comme
ns les travaux, de manière que l'aiguille mar-
même nombre de degrés indiqué par les notes
ses en opérant dans l'intérieur de la mine.
prend, avec un compas, autant de millimètres
mètres indiqués pour la longueur de la pre-
on; on marque cette distance en appuyant
r les deux pointes du compas; puis on trace
e cette même longueur en faisant glisser la
ng de la boîte carrée de la boussole. Voilà
nière station. Si la direction de la deuxième
liffère de la direction de la première station
tit nombre de degrés, on tourne peu à peu la
n d'amener lentement l'aiguille sur le nombre
ind elle y est fixée, on marque encore la lon-
te seconde station avec le compas, dont l'une
doit nécessairement tomber sur l'extrémité
ère ligne déjà tracée. On trace cette seconde
i continuant successivement ainsi, d'après les
, on se procure le plan de la direction et de
les galeries relevées. De plus, comme ces ga-
e certaine largeur, on détermine cette largeur
à très-peu de distance des lignes de direction,
ne qui leur soit parallèle.

a tracé ainsi les principales voies, qui sont
ours des galeries de roulage et d'écoulement,
ie les autres percements secondaires relevés
la boussole, et peu à peu on parvient à se
représentation des travaux, mais *vus seule-*

ment à vol d'oiseau. Cette première partie du plan ne peut donc indiquer ni la profondeur des puits, ni l'inclinaison des galeries, ni la distance qui sépare un étage de l'autre. On dirait, si l'on s'en rapportait entièrement à ce premier dessin, que tous les travaux sont au même niveau. Pour compléter le plan de la mine, il faut encore un autre dessin qu'on appelle *Coupe*.

La coupe d'une mine suppose que le terrain est coupé d'aplomb et laisse apercevoir les diverses excavations qu'il renferme. On peut la comparer à une maison dont la façade abattue laisse apercevoir d'un seul coup d'œil les dispositions intérieures des appartements. Quand on connaît la profondeur des puits, la pente totale des galeries, et qu'on a dessiné le plan avec exactitude, rien n'est plus facile que d'y tracer la coupe à la partie supérieure, en donnant aux galeries leur niveau et leur pente, et aux puits la profondeur qu'on leur a trouvée.

Par tout ce qui précède, on voit que le plan seul ne donnerait qu'une idée imparfaite des travaux, et que la coupe seule n'en donnerait pas une idée plus exacte. Chacun de ces deux dessins est le complément de l'autre : le plan fait connaître la projection horizontale, et la coupe la projection verticale ; leur concours donne une idée complète des excavations et de leurs positions respectives.

C'est aussi par ce concours qu'on peut résoudre une foule de problèmes relatifs à une mine, comme ceux-ci : Déterminer la profondeur à laquelle un puits recoupera une couche ou un filon dont on connaît l'inclinaison. Quelle est la distance qu'il faut parcourir à travers la roche pour aller d'un point à un autre? De combien une galerie d'écoulement doit-elle monter, en allant du dehors au dedans, pour arriver à la partie la plus basse des travaux que l'on veut assécher, etc.? S'agit-il de constater les circonstances du roulage, de l'extraction, de l'aérage et de l'épuisement : ce n'est encore que sur un plan bien circonstancié qu'on peut suivre

l'ensemble de ces opérations, dont on n'aurait qu'une idée imparfaite en parcourant les excavations.

Les travaux d'exploitation ne se bornent pas à abattre le minerai et à l'amener au jour, en s'aidant de tous les moyens nécessaires pour assurer la facilité des travaux et la sécurité des ouvriers; il en est d'autres non moins importants que le mineur doit exécuter à la surface. Si, pour être livrés au commerce, la houille et le sel gemme n'ont besoin que de subir des préparations de triage, il n'en est pas de même des substances métallifères. La plupart des minerais ne peuvent, en effet, être soumis au traitement métallurgique qu'après avoir subi préalablement certaines opérations ayant pour but d'en séparer, autant que possible, la matière stérile qui les accompagne. Ces opérations prennent le nom de *préparations mécaniques.*

Souvent les minerais arrivent au jour imprégnés de matières boueuses qu'il faut enlever, ce premier travail se nomme *débourbage*. On se sert, à cet effet, de caisses où l'on agite le minerai dans l'eau; quelquefois on le place sur des grilles où une chute d'eau qu'on y dirige le débarrasse promptement de la boue qui le recouvre. On facilite cette opération en remuant continuellement le minerai avec une pelle.

Ainsi débourbé, le minerai se présente en fragments irréguliers, engagés plus ou moins dans sa gangue. Pour séparer cette gangue, on casse le minerai par morceaux, afin de pouvoir distinguer plus facilement ceux qui ne contiennent pas de métal. Les morceaux brisés sont ensuite portés à d'autres casseurs plus expérimentés qui les réduisent en petits fragments qu'on divise en trois tas : 1° la gangue, 2° le minerai à bocard, 3° le minerai riche. Celui-ci est directement livré aux fonderies; la gangue est rejetée, et le minerai à bocard va subir diverses préparations mécaniques, ayant pour but de concentrer les parties métallifères sous un volume beaucoup plus petit.

Le *bocardage* consiste à broyer le minerai quelquefois à sec, mais le plus souvent dans l'eau. Dans cette opération, on jette ordinairement le minerai sous le bocard, c'est-à-dire sous de forts pilons rangés en ligne, et que soulèvent alternativement les cames d'un arbre mis en mouvement par une roue hydraulique ou une machine à vapeur. Un courant d'eau, qui arrive dans l'auge où agissent les pilons, entraîne les particules de minerai suffisamment déliées. Le minerai, ainsi pulvérisé, est reçu dans une série de canaux d'écoulement qu'on appelle *labyrinthe*, et où les particules se déposent par ordre de grosseur et de densité. Il s'ensuit un premier enrichissement. Cette division en sables gros, moyens et fins, facilite considérablement l'opération, qui a pour but d'isoler les parties pauvres des parties riches, et qui se fait ensuite au moyen du criblage ou du lavage.

Le *criblage* n'est autre chose qu'un triage mécanique. Dans le criblage à eau, généralement usité, cette opération s'exécute au moyen d'un crible rond dont la partie inférieure présente un tamis métallique plongeant dans une cuve remplie d'eau. On place le minerai bocardé dans le crible, et on imprime à celui-ci un mouvement alternatif de haut en bas et de bas en haut. Pendant cette action, l'eau entraîne les parties terreuses. Quant aux autres parties, le mouvement de l'eau qui entre dans le crible à chaque immersion soulève les grains en raison de leur densité; les plus légers montent à la surface, tandis que les plus denses gagnent le fond. L'ouvrier enlève successivement les gangues pauvres de la surface, et peu à peu il concentre le minerai au point convenable pour le traitement métallurgique. Ainsi enrichi, le minerai prend le nom de *schlick*.

On se sert aussi de plusieurs autres machines plus ou moins ingénieuses pour réduire les minerais bocardés en schlick : telles sont les *tables dormantes* et les *tables à secousses*. Le principe de l'isolement est toujours basé sur l'entraînement des parties stériles ou légères par un courant

d'eau, tandis qu'en même temps les parties riches s'arrêtent et se classent par ordre de densité et de ténuité.

Les préparations mécaniques ont pour but non-seulement de diminuer les frais de traitement métallurgique, en concentrant les minerais, mais quelquefois de diminuer les frais de transport ; car, un filon seul pouvant rarement alimenter une fonderie, il en résulte que beaucoup de petites exploitations isolées et incapables de supporter les frais énormes d'un atelier de fusion se trouvent dans la nécessité de transporter leurs schlicks à la fonderie voisine.

Avant de passer au fourneau, le minerai épuré subit encore un *grillage*. Cette opération a pour but tantôt de chasser certaines matières que renferme le minerai, telles que l'eau, l'acide carbonique, le soufre, etc., tantôt de diminuer la cohésion du minerai, afin de le rendre plus attaquable par les agents métallurgiques qui doivent en isoler le métal. Pendant ce travail, qui s'exécute en plein air ou dans des fourneaux de formes diverses, on a soin de ne pas pousser la chaleur jusqu'au point de provoquer la fusion du minerai.

Pour compléter ce sujet, il nous reste encore à exposer les *opérations métallurgiques* ; mais, comme ces opérations varient selon la nature des substances métallifères, elles trouveront mieux leur place à la suite de l'histoire particulière des minerais de chaque métal.

Les métaux connus aujourd'hui sont nombreux : on en compte jusqu'à quarante et un ; plusieurs ne se trouvent à l'état métallique que dans les laboratoires, où l'on ne se les procure qu'avec beaucoup de peine et dans un intérêt purement scientifique. Fidèle à notre plan, nous parlerons seulement de ceux qui sont généralement appliqués dans les arts ; et l'ordre dans lequel ces métaux vont être décrits sera celui de leur plus grande utilité, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau suivant, où nous mettons en regard leur poids spécifique et leur point de fusion, tels qu'ils se

trouvent déterminés dans le cours de chimie gén commencé publié par MM. Pelouze et Frémy. Cette cation, bien qu'arbitraire, nous a paru convenir au c élémentaire de cet ouvrage.

MÉTAUX D'UNE APPLICATION PLUS OU MOINS GÉNÉRALE.		POIDS SPÉCIFIQUE, l'eau distillée et à la température de + 4° étant prise pour unité.	POINT DE FUSI exprimé en de thermomètre ce
1	Fer...............	7,7	+ 1,500°
2	Cuivre............	8,8	+ 788
3	Plomb............	11,4	+ 334
4	Étain.............	7,2	+ 228
5	Zinc...............	7,2	+ 412
6	Mercure...........	13,5	— 39
7	Argent............	10,4	+ 1,000
8	Or................	19,2	+ 1,100
9	Platine....	21,5	n'est fusible qu'au ch lum. à gaz hyd. et
10	Antimoine..........	6,7	+ 450
11	Bismuth...	9,8	+ 247
12	Arsenic............	5,7	Se volat. vers 300° sa passer par l'état li
13	Cobalt.............	8,6	? très-difficile à fondr
14	Manganèse.........	7,5	? idem.
15	Chrome.......... .	5,9	? idem.
16	Nickel.............	8,3	? idem.

N. B. Le signe + veut dire *plus*, c'est-à-dire au-dessus de zéro; et le signe — veut dire *moins*, c'est-à-dire au-dessous de zéro. Le signe ? marque l'incertitude.

MINERAIS DE FER.

A l'état pur ou natif, le fer ne fait point partie de l'écor terrestre; on prétend, il est vrai, en avoir trouvé dans

Pensylvanie; mais il n'y a rien là de bien positif. D'ailleurs, on pense généralement que les diverses masses de fer natif rencontrées à la surface du sol ne sont autre chose que des aérolithes, des pierres météoriques tombées des hautes régions de l'espace. Bien qu'elles ne soient pas communes, de semblables masses ont été trouvées dans différents pays, et plusieurs voyageurs ont vu des peuples sauvages en détacher quelques petites portions de fer.

Le fer, dans la nature, se présente sous une foule de combinaisons diverses; mais ce métal ne peut s'extraire avec avantage que des oxydes ou des carbonates de fer. Ce sont ces substances qu'on appelle minerais de fer.

Les quatre espèces suivantes, qu'on exploite dans un grand nombre de lieux, se trouvent en dépôts assez considérables pour mériter une attention particulière :

Le fer oxydulé;
Le fer oligiste;
Le fer hydraté;
Le fer carbonaté.

Le *Fer oxydulé*, qu'on nomme aussi *Aimant*, est une substance noirâtre, douée de l'éclat métallique, à poussière noire, attirable au barreau aimanté, et magnétique; il cristallise en octaèdres réguliers, et, lorsqu'il est en masse, il présente une texture laminaire, grenue ou compacte. Ce minerai, le plus riche de tous les minerais de fer, est simplement une combinaison de fer et d'oxygène, renfermant jusqu'à 72 pour 100 de métal. Il appartient exclusivement aux anciens terrains de cristallisation, où on le trouve en filons et en amas. En Suède, il forme tantôt des bancs épais, tantôt des montagnes entières. On le trouve aussi en rognons et en nids disséminés dans diverses roches. La Laponie en possède d'importants gisements, et les Russes en ont découvert en Sibérie des masses inépuisables. Le fer

qu'on extrait de ce minerai est un des meilleurs; on le recherche surtout pour fabriquer les aciers de première qualité.

Le *Fer oligiste* (*Peroxyde de fer*) est aussi une combinaison de fer et d'oxygène, mais il est un peu plus oxygéné que le minerai précédent; il contient, lorsqu'il est pur, 69 pour 100 de métal; sa couleur est d'un gris de fer, et sa poussière est toujours d'un rouge tirant sur le brun. En général, ce minerai se trouve dans le terrain primitif, où il constitue des amas considérables; alors il présente, le plus souvent, un éclat métallique et une surface miroitante; quelquefois il est grenu, d'autres fois compacte. On le trouve aussi dans les anciens terrains sédimentaires; en ce cas, il est presque toujours lithoïde ou terreux, et prend le nom d'*hématite rouge*.

Les gîtes de fer oligiste forment des amas très-considérables dans l'île d'Elbe. La Laponie, la Suède et le Brésil en possèdent des dépôts inépuisables; et ces minerais de fer produisent un métal de très-bonne qualité.

Quant à l'oligiste terreux, il est plus commun que l'oligiste à éclat métallique, quoiqu'il ne forme pas des masses aussi puissantes; on le trouve dans un grand nombre de lieux, où presque toujours il est mélangé à des substances alumineuses, comme dans les ocres. Il peut être regardé comme le principe colorant des matières rouges ou rougeâtres qui abondent dans l'écorce terrestre. Les Vosges et le Vivarais en présentent quelques gisements qui renferment assez de métal pour donner lieu à des exploitations.

Le *Fer hydraté* (*Limonite*) se compose de fer, d'oxygène et d'eau, et contient jusqu'à 55 pour 100 de métal; la texture en est compacte, fibreuse, grenue, oolithique ou terreuse; souvent il se montre en grains libres ou agglutinés; quelquefois en masses schisteuses à l'état terreux, et plus ou moins mélangé de matières argileuses. Il donne de l'eau par calcination, et se distingue de tous les autres minerais

de fer par la couleur de sa poussière, qui est toujours jaune.

Le fer hydraté appartient exclusivement aux terrains sédimentaires, où il se montre jusque dans les dépôts les plus modernes. C'est surtout dans les terrains secondaires que la variété oolithique se présente avec abondance : tels sont la plupart des minerais de fer de la France, qu'on exploite avec activité en Normandie, en Bourgogne, en Lorraine, en Franche-Comté, etc. L'exploitation en est souvent si facile, qu'on peut enlever à la pelle ces grains ferrugineux, ressemblant à de la grosse grenaille de fonte rouillée. Malheureusement, lorsque ce minerai est subordonné à certains calcaires qui contiennent des phosphates provenant de débris organiques, il produit des fers de qualité inférieure. Cependant, quand le fer hydraté ne contient qu'une très-petite proportion de phosphore, il en résulte, pour le fer, une dureté qui quelquefois n'est pas sans avantage. Au reste, le fer qu'on extrait de la limonite en grain, quoique moins bon que celui qui provient de l'aimant et de l'oligiste, possède des qualités estimables.

Le *Fer carbonaté* (Sidérose) est une combinaison d'oxyde de fer et d'acide carbonique; il renferme presque toujours un peu de chaux, et des traces de manganèse et de magnésie, qui font varier ses qualités et modifient son traitement. Sa couleur est d'un jaune plus ou moins foncé, quelquefois rougeâtre et brunâtre. Il forme des couches, des filons et des amas, à texture lamellaire, grenue, compacte ou terreuse. La variété lamellaire, qu'on nomme particulièrement *fer spathique*, se trouve dans les terrains de cristallisation et dans quelques calcaires de différents âges. La variété compacte et terreuse, si commune en Angleterre, se rencontre dans les grès houillers, ou dans les couches de houille elles-mêmes. C'est un minerai d'autant plus précieux, qu'on le trouve à côté du combustible qui sert à en opérer la réduction; il en résulte une grande économie, ce qui explique

l'énorme quantité de fer que produit l'Angleterre, et la possibilité pour elle de le livrer à vil prix.

Tels sont, en résumé, les minerais qu'on exploite en grand pour en extraire le fer par des procédés particuliers, que nous décrirons d'une manière générale. Deux méthodes sont ordinairement usitées.

La première, dite *catalane*, ne s'emploie que pour les minerais très-riches ; elle consiste à chauffer dans des creusets réfractaires, ou fourneaux d'affinage, le minerai grillé, concassé, et mêlé avec du charbon de bois. La réduction s'opère sous l'influence de l'air, à mesure qu'on remue, avec un ringard ou crochet, le bain métallique ; et il se forme peu à peu une *loupe* qu'on retire et qu'on se hâte de comprimer ; elle est soumise plusieurs fois à l'action du feu, avant d'être convertie en barre. Cette méthode simple et expéditive se répand de plus en plus ; elle est suivie en Espagne, en Corse et en Italie.

La seconde, qui est bien plus générale, convient aux minerais impurs. On opère dans de grands appareils nommés *hauts fourneaux*, de six à douze mètres de hauteur, et dont la forme ressemble à deux cônes tronqués, réunis par leur base. Les minerais étant convenablement préparés, on charge le haut fourneau par la partie supérieure, appelée *gueulard*. On y verse d'abord du charbon de bois, et, quand le fourneau est élevé à une très-haute température, on le remplit avec des couches alternatives de charbon et de minerai mélangé de fondant, pour rendre la gangue fusible. Sous l'influence de la chaleur, le fer se combine avec une partie du charbon, et coule à l'état de carbure de fer, ou de fonte, dans la partie inférieure du fourneau, où se trouve un creuset pour le recevoir. Les matières terreuses, se combinant de leur côté avec les fondants, forment des scories qui, à raison de leur légèreté, viennent surnager au-dessus de la matière en fusion. On s'en débarrasse en leur ouvrant, de temps en temps, un écoulement pratiqué à

hauteur convenable. Enfin, lorsque le creuset est plein de fonte, on fait la coulée par un trou ménagé à la partie inférieure, et qui, pendant la réduction du minerai, est bouché avec un tampon d'argile mélangée de poussière de charbon. La fonte alors se répand et va remplir, soit les moules que l'on a préparés, soit un simple sillon tracé dans le sol de la fonderie, et dont on a parfaitement séché et battu les parois.

Dans cette opération, on voit que tout entre par le gueulard, et que tout, à l'exception des gaz et des scories, sort à l'état de fusion par le creuset. Au moyen de soufflets, on fait circuler continuellement de l'air dans ces appareils de réduction, qu'on entretient constamment pleins, à mesure que la fonte s'écoule. Il est des haut fourneaux qui fonctionnent sans interruption durant un an et plus; car, dans de pareils travaux, il importe de ne pas perdre de calorique, ce qui arriverait s'il y avait des temps d'arrêt.

Quant aux fondants, on a reconnu que les silicates deviennent fusibles avec l'addition du calcaire, et que le calcaire subit aussi cet état de fusibilité par l'intervention de la silice. Il résulte de ces données que, lorsque les gangues sont siliceuses ou alumineuses, il faut ajouter pour fondant du carbonate de chaux (*castine*); on ajoute, au contraire, de la silice, quand les gangues sont calcarifères.

La fonte ainsi obtenue contient jusqu'à trois, quatre et cinq pour cent de carbone; en cet état, elle est impropre à la forge. Vue à la loupe, on y reconnaît du graphite très-divisé; si on la met en contact avec un acide, celui-ci dissout le fer, et il ne reste plus que le graphite, qui est, comme on sait, du carbone presque aussi pur que le diamant.

Pour amener la fonte à l'état de fer, il faut la décarburer, c'est-à-dire en séparer le carbone, ce qui se fait de la manière suivante : La fonte étant liquéfiée dans de petits fourneaux, on la maintient à une haute température, sous l'in-

fluence d'un grand courant d'air. Un ouvrier remue constamment cette matière en fusion pour y faciliter l'action de l'air; alors le charbon de la fonte, plus avide d'oxygène que le fer, se brûle et se dégage sous forme d'acide carbonique. On reconnaît que le carbone s'est volatilisé lorsque la fonte devient pâteuse; c'est alors du fer qui se solidifie et forme une loupe qu'on façonne en barre sous le martinet.

Cet affinage, ou décarburation, se fait ordinairement avec du charbon de bois; mais, avec le procédé anglais, on peut employer la houille. En ce cas, on se sert d'un fourneau à *réverbère*, où la fonte n'est en contact qu'avec la flamme, la fumée et l'air. Une autre innovation, introduite depuis quelques années dans les usines à fer, consiste à faire arriver de l'air très-échauffé dans les hauts fourneaux; on obtient ainsi plus de régularité dans le chauffage et une notable économie de combustible; mais ce procédé donne des fontes cassantes et des fers difficiles à travailler; aussi beaucoup d'usines s'en tiennent au procédé ancien.

Telle qu'elle sort du creuset, la fonte se moule sous forme de divers ustensiles domestiques. On en fait aussi de grandes chaudières destinées à la clarification de plusieurs liquides; on en confectionne des pièces de lest pour la marine, des canons, des projectiles, etc. Épurée, la fonte se moule avec assez de délicatesse : on en fait des voussoirs de ponts, des balustrades élégantes, des meubles, des bas-reliefs, des statues, etc., etc.

Tout le monde connaît si bien l'importance du fer, qu'il serait oiseux de signaler ici les nombreux services qu'il nous rend. Que seraient, sans le fer, les arts et l'industrie? Ce métal est un des plus beaux présents que la nature ait faits à l'homme, et l'abondance avec laquelle elle l'a répandu atteste la juste répartition de ses bienfaits.

Le fer est, sans contredit, le plus utile des métaux; il surpasse tous les autres en dureté et en ténacité; sa puis-

sance de résistance est si grande, qu'un fil de fer de deux millimètres de diamètre exige, pour se rompre, un poids de deux cent quarante-neuf kilogrammes. On sait que le fer, chauffé à blanc, se pétrit, en quelque sorte, sur l'enclume et prend toutes les formes, avantage précieux que n'ont pas la plupart des autres métaux. On peut juger de l'industrie d'une nation par la quantité de fer qu'elle consomme, et par le degré de perfection avec lequel elle le travaille. En effet, il n'est pas de machines dont la construction ne soit en grande partie fondée sur l'emploi du fer. Tous nos instruments tranchants, sciants, limants, perforants et contondants, indispensables agents de l'industrie, sont fabriqués en fer. La médecine a trouvé, dans les combinaisons de ce métal, plusieurs médicaments utiles; la peinture, de très-bonnes couleurs; enfin, pour terminer par une de ses principales et de ses plus fécondes applications, citons les chemins de fer, au moyen desquels les hommes ont réussi à donner à leurs chariots une vitesse extrême, résultat immense, de la plus haute portée, destiné non-seulement à augmenter le bien-être matériel des peuples, mais à augmenter aussi la somme de leur bonheur moral, en leur facilitant les moyens de se connaître et de fraterniser!

Remarquons, en passant, que le fer, ce métal si humble sous le rapport de la valeur intrinsèque, joue, en Europe, un rôle très-important dans la richesse sociale, tandis que les métaux précieux, comme l'or et l'argent, n'y figurent comparativement que pour des sommes minimes. Cette simple observation peut donner une idée de l'énorme quantité de fer qu'on retire annuellement des entrailles de la terre. On pourrait, à la rigueur, se passer des autres métaux; mais jamais du fer, sous peine de retomber à peu près dans l'état de barbarie des premiers âges du genre humain.

Quant à l'*Acier*, troisième produit des minerais de fer,

et qui entre en quantité notable dans la plupart des instruments de travail, il est le résultat de la combinaison d'environ quatre-vingt-dix-neuf parties de fer et d'une partie de carbone. Il se distingue de la fonte, d'abord par sa plus grande pureté, ensuite par la propriété qu'il possède de se laisser forger, et d'acquérir, au moyen de la trempe, une augmentation de dureté et d'élasticité.

La trempe s'exécute en passant rapidement dans l'eau froide l'acier chauffé au rouge blanc ; elle est très-énergique quand, dans cette opération, on se sert d'eau très-froide, ou mieux encore d'un liquide meilleur conducteur du calorique, comme, par exemple, le mercure ; car alors la déperdition de la chaleur est presque instantanée. Quand on veut obtenir une trempe douce, on choisit, au contraire, des liquides mauvais conducteurs, comme les matières grasses, les huiles, etc.

On prépare l'acier de plusieurs manières : l'acier dit *naturel* s'obtient directement quand on traite de bons minerais par la méthode catalane : on le retire de la fonte en suspendant son affinage avant que tout le carbone soit brûlé. Mais le bon acier se fabrique ordinairement par voie de *cémentation*, en chauffant pendant longtemps des barres de fer pur en contact avec de la poussière de charbon végétal ; alors le fer se carbure, c'est-à-dire qu'il entre en combinaison avec le carbone. Cette opération se fait dans des creusets ou des caisses en terre ou en briques réfractaires. Il est encore plusieurs autres procédés pour obtenir des aciers plus ou moins renommés : ce sont les secrets des fabricants ; mais ce qu'il y a de certain, c'est que le meilleur de tous les aciers vient d'Angleterre, où on le fabrique avec le fer de Suède.

Terminons cet article par des considérations générales sur la production du fer dans les différentes parties de l'Europe. L'Angleterre se présente en première ligne : c'est, sous ce rapport, le pays le plus riche du globe. D'un autre

ité, ses inépuisables gisements de houille lui permettent d'augmenter encore chaque jour cette production. Elle extrait à elle seule plus de fer que n'en extraient, ensemble, tous les autres États de l'Europe, et c'est là une des principales causes de sa prospérité.

La France, quoique d'ailleurs assez bien dotée sous le rapport de l'abondance des gisements ferrifères, n'occupe que le second rang; la difficulté des communications accélérées et la cherté du combustible sont des obstacles qui ne lui permettent pas d'acquérir dans cette industrie un développement comparable à celui de l'Angleterre. La Russie, l'Autriche, la Suède, la Belgique et la Prusse sont, après la France, les contrées qui fournissent le plus de fer. On trouvera plus loin, dans un tableau général, les évaluations en chiffres de la production métallique des différents États de l'Europe.

MINERAIS DE CUIVRE.

Le *Cuivre* se montre à l'*état natif* ou *métallique* dans divers dépôts; quelques rivières en charrient des fragments assez considérables; aussi ce métal fut-il un de ceux que les hommes utilisèrent dès la plus haute antiquité.

Il y a peu d'années on en a découvert des gîtes d'une très-grande étendue sur les rives méridionales du Lac supérieur, aux États-Unis d'Amérique. Plus de cent quarante compagnies s'occupent maintenant de l'extraction de ces gîtes qui sont très-remarquables, non-seulement par leur abondance, mais aussi par l'extrême pureté et l'excellente qualité du cuivre. Ce métal y est disséminé en veines, en nodules et en masses quelquefois très-considérables (de plus de 500 kilogrammes), dans un vaste terrain de porphyre pyroxénique altéré et passé à l'état de wacke brune amygdalaire. On peut en voir un très-bel échantillon (du poids de 50 kilogrammes) dans la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Mais, abstraction faite des mines des États-Unis, le cuivre ne se présentant qu'en petite quantité à l'état natif, on est presque toujours obligé de l'extraire de ses différentes combinaisons, dont les principales, les cuivres sulfurés et les cuivres carbonatés, présentent des variétés distinctes qu'il importe de signaler.

Les *Cuivres sulfurés* sont ceux où le métal se trouve combiné avec le soufre : ce sont les minerais les plus importants; ils fournissent la presque totalité du cuivre qui circule dans le commerce. On les désigne vulgairement sous les noms de *cuivre pyriteux, cuivre sulfuré, cuivre gris.*

Le *Cuivre pyriteux* (*Pyrite cuivreuse, Chalkopyrite*) est une substance minérale à éclat métallique, d'un jaune de bronze, à surface souvent irisée, soluble dans l'acide azotique. Les variétés qui renferment beaucoup de sulfure de fer sont plus dures que les autres, et font feu sous le choc du briquet, ce qui permet de les distinguer facilement. Malgré la faible quantité de cuivre qu'il contient (34 à 35 pour 100), le cuivre pyriteux est très-important, à raison de son abondance; aussi l'exploite-t-on avec activité partout où il existe. Il appartient, en général, aux terrains de cristallisation, où il forme des filons et des amas; on le trouve aussi dans les anciens terrains sédimentaires.

Le *Cuivre sulfuré* (*cuivre vitreux, Chalkosine*) est également soluble dans l'acide azotique; l'aspect en est métallique, d'une couleur gris d'acier, à cassure éclatante. Il se laisse facilement entamer par une pointe d'acier, et il est tellement fusible, qu'on peut le fondre à la flamme d'une bougie quand il est en petits fragments. Le cuivre sulfuré est l'un des minerais cuivreux les plus riches; il contient, sur 100 parties, plus de 79 de cuivre. Il forme à lui seul une grande partie des abondants dépôts cuivreux des monts Ourals, où il se rattache aux anciens dépôts sédimentaires. Ailleurs, ce minerai paraît être une matière accidentelle des gîtes de cuivre pyriteux.

Le *Cuivre gris* (*Panabase*) est une combinaison de cuivre, de soufre, d'antimoine, d'arsenic, de fer, de zinc et d'argent. Comme son nom l'indique, il est d'un gris d'acier, à structure compacte, rarement lamelleuse. L'exploitation en est quelquefois avantageuse, à cause de l'argent qu'il contient dans une proportion satisfaisante. Ce minerai accompagne fréquemment le cuivre pyriteux. Il constitue des gîtes indépendants, et surtout des filons dans les roches micacées et talqueuses. On l'exploite en Saxe, au Hartz, en Angleterre, etc.

Le *Cuivre carbonaté* présente aussi plusieurs espèces, dont nous désignons les deux principales, savoir : la *Malachite* et l'*Azurite*. La première est verte, la seconde bleue. Ces substances, composées de cuivre, d'acide carbonique et d'eau, sont, en général, subordonnées aux gîtes originaires de cuivre. La malachite, dont nous avons déjà parlé comme pierre de décoration, est assez abondante dans les monts Ourals, et l'azurite a été longtemps exploitée dans les grès bigarrés de Chessy, aux environs de Lyon; on la trouve aussi en Thuringe et dans plusieurs autres contrées.

On connaît encore dans la nature un grand nombre de minéraux renfermant du cuivre; mais ces substances ne se montrent jamais en assez grande abondance pour faire l'objet d'une exploitation sérieuse. Le cuivre carbonaté lui-même est rarement exploitable.

Le traitement métallurgique des minerais de cuivre carbonaté est simple. Quand ils sont lavés et concassés, il suffit de les fondre au moyen du charbon pour que leur réduction se fasse immédiatement; mais il n'en est pas ainsi pour les minerais qui contiennent du soufre, du fer et de l'antimoine. La séparation du fer surtout est très-difficile; on ne peut l'obtenir que par plusieurs opérations longues et dispendieuses dont nous allons donner un aperçu.

Les minerais pyriteux étant convenablement préparés, on procède au grillage; alors une partie du soufre se brûle

et se dégage sous forme d'acide sulfureux. Mais le soufre est si intimement combiné avec le cuivre, qu'on ne peut l'en séparer que par des grillages multipliés, interrompus par des fontes également fréquentes : la masse obtenue est ductile, sonore, et présente un éclat métallique à l'extérieur. Quant au fer, il passe peu à peu dans les scories en s'unissant à la silice, dont la présence est nécessaire pour opérer cette réduction. On soumet alors cette masse cuivreuse, qu'on appelle *matte*, à un affinage qui l'amène à l'état de cuivre marchand. Cet affinage se pratique de plusieurs manières. Il s'opère souvent dans un four à réverbère, sous l'influence du plomb qu'on ajoute en quantité ménagée. On facilite ainsi la séparation des métaux étrangers, qui, plus oxydables que le cuivre, se trouvent scorifiés à l'aide de l'oxyde de plomb. Quand le métal est fondu et purifié, on le fait couler dans des bassins de réception, où, pour en hâter le refroidissement, on projette de l'eau à sa surface ; puis on enlève les plaques à mesure qu'elles se solidifient. A l'état pur, le cuivre présente une belle couleur rosée, de là le nom de *cuivre rosette* qu'il porte dans le commerce.

Tout le monde connaît les qualités du cuivre ; sa ténacité, moins grande que celle du fer, est cependant remarquable ; il prend un poli très-brillant, et jouit d'une grande sonorité ; la ductilité et la malléabilité dont il est doué permettent d'en faire des fils et des feuilles minces qui s'utilisent dans un grand nombre d'industries. Il se tire à la filière, s'étend facilement au laminoir, et se forge à chaud sous le marteau.

Le cuivre pur sert à fabriquer des chaudières, des alambics, et une multitude de vases domestiques. Malheureusement le contact prolongé de liqueurs acidulées, ou de corps gras, oxyde facilement ce métal, et donne naissance à un poison très-actif, nommé *vert-de-gris*. La superposition d'une couche d'étain, connue sous le nom d'étamage, si

elle n'est pas souvent renouvelée, ne neutralise qu'imparfaitement cette oxydation; aussi, dans certaines contrées, notamment en Suède, le cuivre a-t-il été banni des foyers domestiques. On s'est assuré néanmoins, par des expériences directes, qu'il n'y a aucun danger à cuire certains aliments dans un vase de cuivre non étamé, pourvu qu'on ne les y laisse pas refroidir; mais ceux qui y séjournent deviennent vénéneux et peuvent causer la mort.

Le cuivre constitue une grande partie de la monnaie de billon; on en consomme une énorme quantité pour doubler et cheviller les navires de long cours; mais les services qu'on en retire, alors qu'il est pur, sont très-limités comparativement à ceux qu'il nous rend sous forme d'alliages, combinaisons métalliques qui forment, pour ainsi dire, de nouveaux métaux. Allié à l'étain, le cuivre produit le *Bronze*, avec lequel on fabrique les cloches, les canons, les statues, etc.; combiné avec le zinc, il constitue le *Laiton*, ou cuivre jaune, d'une application si générale et si variée. Le *Maillechort*, dont la blancheur et l'éclat argentin se prêtent à la confection d'objets culinaires, n'est autre chose qu'un alliage de cuivre, de zinc et de nickel, dans des proportions convenables. Le cuivre entre pour un dixième dans la composition de nos monnaies d'or et d'argent, auxquelles il communique assez de dureté pour leur permettre de garder longtemps la forme qu'on leur donne. A ces applications du cuivre, il faut encore ajouter celles qui résultent de ses composés salins, comme le *Sulfate de cuivre* ou *Vitriol bleu* du commerce, si précieux pour la fabrication des teintures, etc., et qui, sous le nom de *Magistral*, joue un si grand rôle dans le traitement des minerais d'argent par la méthode américaine. Enfin, au contact de certains acides, le cuivre donne naissance à de belles couleurs vertes, utilisées pour la peinture.

L'énumération des principaux usages du métal qui nous occupe fait pressentir qu'il s'en consomme annuellement

une quantité énorme; cependant cette quantité n'est pas aussi grande qu'on pourrait le penser; car le vieux cuivre, qu'on ramasse avec soin, peut être refondu et utilisé, grâce à son peu d'altérabilité et à son assez grande valeur dans le commerce.

Si nous cherchons à connaître quels sont en Europe les pays qui produisent le plus de cuivre, nous trouvons encore au premier rang l'Angleterre; le chiffre de sa production dépasse de beaucoup celui de la production du reste de l'Europe. Après l'Angleterre viennent l'Espagne, la Russie, l'Autriche et la Suède; puis quelques États de la Confédération germanique, tels que la Saxe, le Hartz, etc. La France, sous ce rapport, est d'une extrême pauvreté; aussi est-ce de l'étranger qu'elle reçoit la presque totalité du cuivre nécessaire à sa consommation.

MINERAIS DE PLOMB.

Le plomb ne se rencontre guère dans la nature qu'à l'état de combinaison. Les différents minéraux qui le contiennent n'ont pas le même degré d'importance : quelques-uns sont très-rares; d'autres, au contraire, sont assez communs, mais inexploitables. Parmi les nombreuses espèces minérales qui contiennent du plomb, on ne connaît qu'un seul minerai de ce métal dans le sens rigoureux que nous attachons à cette expression : c'est le *Plomb sulfuré*, connu sous le nom de *Galène*. On en distingue deux variétés, que les mineurs désignent par les noms de galène à grandes facettes et galène à petites facettes. Cette dernière contient toujours une faible quantité d'argent, dans des proportions variables, mais qui s'élève fréquemment à quatre ou cinq millièmes.

La galène est une substance minérale gris de plomb, à éclat métallique et à surface miroitante, cristallisant sous forme cubique; lorsqu'elle est pure, elle se compose

le 87 parties de plomb et de 13 de soufre. La galène est fréquemment associée dans les filons à de la *blende* ou sulfure de zinc, à des pyrites de fer, à de la chaux fluatée, à du quartz, à du sulfate de baryte, qu'on en sépare assez facilement par des préparations mécaniques.

Le plomb sulfuré est loin d'être aussi abondant que les minerais de fer; mais, comparativement aux minerais de cuivre, on peut dire qu'il est assez commun. Il se présente en filons dans les anciennes roches de cristallisation, comme dans les anciennes roches sédimentaires. On le rencontre surtout dans le gneiss, dans le micaschiste et dans la grauwake. Quelquefois la galène se montre disséminée par petits nids dans des matières arénacées; enfin, d'autres fois, on la trouve mélangée avec des matières siliceuses, ou autres, en particules si fines, qu'il en résulte un tout homogène et compacte.

Plusieurs opérations sont nécessaires pour réduire le minerai de plomb : on lui fait subir d'abord un grillage préalable, au contact de l'air ou dans un fourneau; alors une partie du soufre se brûle et se dégage en acide sulfureux; puis on mêle le résidu, transformé ainsi en oxyde et sulfate de plomb, avec du charbon et de la ferraille, et on chauffe le tout dans un four à réverbère. L'oxyde de plomb est réduit par la chaleur; le sulfate est ramené à l'état de sulfure, et le fer, en raison d'une affinité supérieure, s'empare du soufre de ce dernier et met le plomb en liberté. Ce métal, contenant souvent des traces d'argent, est reçu, à l'état liquide, dans un bassin d'où on le décante pour l'avoir pur.

Lorsque les minerais sont très-peu argentifères, le plomb ainsi obtenu se coule dans des lingotières pour être immédiatement livré au commerce sous forme de saumons; mais s'ils contiennent assez d'argent pour couvrir les frais que sa séparation exige, le plomb qui provient de ces minerais, et qu'on appelle alors *plomb d'œuvre*, est soumis à la coupellation pour en extraire l'argent qu'il renferme.

La *coupellation* est fondée sur la propriété qu'a le plomb fondu de s'oxyder facilement, tandis qu'au contraire l'argent ne s'oxyde pas à l'air sec. Cette opération se fait dans un four à réverbère, où se trouve placée la coupelle, grand creuset composé de matières réfractaires. Les saumons de plomb d'œuvre sont mis dans ce creuset, sur un lit de paille ou de foin; on recouvre le creuset d'une voûte mobile ; puis on chauffe graduellement. Les tuyères d'une soufflerie versent à la surface du bain de plomb un courant d'air suffisant pour activer l'oxydation. Ainsi, pendant cette opération, qui dure trente-cinq à quarante heures, le plomb se fond d'abord, puis s'oxyde au contact de l'air, passant ainsi graduellement à l'état de *Litharge*, laquelle est repoussée par le vent des soufflets vers une ouverture d'où on la fait sortir à l'aide de ringards. A la fin de l'opération, on aperçoit sur le bain une vive lumière, qu'on appelle l'*éclair* ; ce moment est celui où la dernière pellicule de litharge se déchire et met à nu le gâteau d'argent. Quant à la litharge, on peut la revivifier, c'est-à-dire la ramener à l'état de plomb, en lui enlevant son oxygène; mais quelquefois elle se vend plus cher que le plomb lui-même; aussi ne doit-on pas s'étonner si des industriels ne reculent pas devant une opération qui a pour but d'oxyder tant de plomb pour n'en retirer souvent que quelques millièmes d'argent.

Les propriétés qui font rechercher le plomb sont sa grande fusibilité, sa malléabilité, et, dans quelques circonstances, sa pesanteur. Ce métal a une ténacité très-faible; sa couleur, d'un gris assez éclatant, se ternit promptement à l'air. Il entre facilement en fusion, et se volatilise à une haute température. On sait que, dans l'espérance de transformer le plomb en argent, les alchimistes l'ont soumis à une foule d'épreuves qui, au moins, ont eu pour résultat de nous en bien faire connaître les propriétés; aussi est-ce un des métaux les plus connus et les plus estimés.

Le plomb laminé sert à couvrir des édifices, à faire des

des conduits de toute grandeur; converti en feuilles
nces, on l'emploie, comme le papier, pour envelop-
ains produits d'une altération facile. Aujourd'hui on
n fils, qui sont très-commodes en horticulture pour
les espaliers, etc. La densité du plomb le rend très-
ı servir de projectile; car, toute proportion gardée,
ance de l'air étant en raison de la surface du corps
vement, une masse de plomb éprouve bien moins
ance de la part de l'air que n'en éprouverait toute
atière spécifiquement moins pesante; aussi est-ce
lomb que se font les balles et les grenailles. Allié
, le plomb forme la soudure des plombiers et des
ers. A l'état de combinaison, et sous divers noms
nasquent la présence, ce métal rend encore un
ombre de services : ainsi la *Céruse*, le plus beau
ie possède la peinture, et qu'on fabrique en grand
n'est qu'un carbonate de plomb. A l'état d'oxyde,
) donne le *Minium*, qui entre pour plus de moitié
omposition du verre de cristal. Avec une moindre
on d'oxygène, il produit, comme nous avons vu, la
dont l'usage est si commun dans les arts. On en
ut un grand usage en peinture, parce qu'elle épais-
nd siccatives les huiles de lin, de noix, d'œillette
ines de pavots. Autrefois les vins acides étaient
ıvec de la litharge; mais cette criminelle fraude a
uis qu'on connaît le danger de pareilles boissons.
loi le plus intéressant du plomb est celui qui a
t la confection des caractères d'imprimerie. C'est
alliage de quatre parties de plomb et d'une d'anti-
l'on moule ces caractères qui ont déjà tant fait
manité, et qui feront plus encore en répandant,
pérons, dans toutes les classes et chez tous les
es bienfaits de la civilisation; en sorte que, si d'un
lomb, converti en balles, décide violemment du
ıations pendant la guerre, il est, comme on le voit,

heureusement appelé, sous une autre forme, à exercer une influence plus considérable encore par la propagation de la pensée.

Les nombreux usages du plomb, que nous indiquons à peine, exigent annuellement en France des quantités considérables de ce métal, qui nous vient, en grande partie, de l'étranger; car, bien que des gisements de galène aient été trouvés en France, dans les Vosges, dans la Bretagne, dans l'Isère, la Lozère, le Gard, le Lot, le Cantal, le Puy-de-Dôme, etc., on peut dire que nous sommes pauvres en plomb. A l'exception de quelques mines de la Bretagne, de l'Auvergne et du Languedoc, dont la production est très-limitée, la plupart de nos autres gîtes plombifères sont épuisés ou trop peu abondants pour être exploités avec profit. L'Angleterre et l'Espagne en exportent, au contraire, une très-grande quantité. Après ces deux puissances, les autres nations d'Europe qui fournissent le plus de plomb sont la Belgique, la Prusse, l'Autriche et divers autres États de la Confédération germanique.

MINERAIS D'ÉTAIN.

L'étain ne se trouve qu'à l'état d'oxyde et de sulfure: encore ce dernier est-il si rare, qu'on peut dire qu'il n'y a qu'un seul minerai d'étain qui soit l'objet de sérieuses exploitations: c'est l'*Étain oxydé* (*Cassitérite*), substance ordinairement brune, quelquefois grise ou blanchâtre, d'une dureté assez grande, car elle fait feu sous le choc du briquet. Elle se présente, le plus souvent, cristallisée sous diverses formes, et offre dans sa composition jusqu'à 79 pour 100 d'étain.

Les gisements d'étain oxydé font généralement partie des anciens terrains de cristallisation : c'est surtout dans le gneiss, le micaschiste et le granite, que ce minerai se présente sous forme de filons ramifiés, comme en Angle-

terre, en Bohême et en Saxe. Il existe aussi dans la partie inférieure des terrains sédimentaires, mais toujours dans le voisinage des roches ignées qui s'y rattachent; enfin, on le rencontre quelquefois en fragments roulés dans les alluvions.

Les mines d'étain exploitables sont rares en Europe, excepté en Angleterre. Les Indes orientales en possèdent, au contraire, de fort beaux gisements; on cite ceux de Banca et de Malacca comme les plus renommés, non-seulement pour l'abondance, mais aussi pour la pureté du métal qu'ils fournissent, et qui est très-estimé dans le commerce.

Le traitement métallurgique de l'étain oxydé ne présente aucune difficulté; il suffit en effet de bocarder, laver et préparer convenablement les minerais. Ces opérations terminées, la fonte de réduction s'opère facilement sous l'influence du charbon en combustion, et le métal, à l'état liquide, se rend dans des bassins où on le recueille.

L'étain, quand il est pur, est presque aussi blanc et aussi brillant que l'argent; mais il se ternit assez promptement. Il est peu dur; toutefois l'ongle ne saurait le pénétrer comme il pénètre le plomb. L'étain est moins pesant que le plomb, dont il diffère, d'ailleurs, par plusieurs autres caractères; il est malléable, mais il n'a ni élasticité ni sonorité. Quand on le plie, il fait entendre un bruit particulier qui provient de la désagrégation des cristaux rudimentaires que renferme la masse.

Les usages de l'étain sont nombreux et intéressants : on en fabrique un grand nombre d'ustensiles précieux pour la campagne. La vaisselle d'étain a été longtemps en honneur, et on la rencontre encore dans certaines contrées qui tiennent aux vieilles habitudes. L'étain est fréquemment employé pour l'étamage de la plupart des vases de cuivre; il sert à la fabrication du fer-blanc, qui n'est autre chose que du fer laminé recouvert d'une pellicule d'étain. Le moiré

qu'on obtient sur ce fer étamé est produit par la cristallisation de l'étain, mise en évidence aussitôt qu'on lave le fer-blanc avec une liqueur acidulée ; car la pellicule d'étain de la surface entrant alors en dissolution laisse à nu la couche inférieure qui se montre avec une belle apparence cristalline et chatoyante. Lorsqu'on veut avoir de beaux cristaux, il faut, en étamant, laisser lentement refroidir l'étain ; un résultat contraire s'obtient quand on fait refroidir promptement ; car alors la cristallisation, gênée dans sa principale condition, ne donne plus que des cristaux croisés et petits, que fait également ressortir un lavage à l'eau acidulée (mélange d'eau, d'acide azotique et d'acide chlorhydrique). On a longtemps tiré parti de ce secret pour l'exploiter avec profit, et le moiré avait d'autant plus de vogue, qu'on le couvrait de vernis colorés qui lui donnaient un aspect chatoyant plus séduisant encore.

L'étain entre dans la composition de la soudure des plombiers et des ferblantiers ; allié au cuivre, il forme le *Bronze*, et combiné avec le mercure, il sert à la fabrication des glaces. Il fournit à la teinture de très-vives couleurs ; enfin, sa malléabilité permet d'en faire des feuilles minces, propres à garantir du contact de l'air divers objets et divers comestibles.

Cet utile métal est loin d'être abondant : à l'exception des mines d'Angleterre, qui en produisent une assez grande quantité, on ne cite guère en Europe que celles de la Saxe et de la Bohême dont les exploitations soient lucratives. Banca et Malacca, dans l'Inde, en exportent annuellement une quantité évaluée au double de la production européenne. En France, nous ne connaissons que quelques gîtes d'étain sur la côte de Pyriac, et à la Villeder, en Bretagne. On vient d'en découvrir aussi dans les départements de la Haute-Vienne et de la Côte-d'Or, mais les gisements ne paraissent pas assez riches pour être exploités avec profit.

MINERAIS DE ZINC.

nc se trouve en abondance à l'état de carbonate, de et de sulfure. Ses autres combinaisons ne sont, nsi dire, qu'accidentelles; d'ailleurs elles ont peu tance en métallurgie.

arbonate de zinc (*Smithsonite*), quoique n'offrant pas ctères constants, est le plus souvent blanchâtre ou , ordinairement mélangé de *Silicate de zinc* (*Cala-* il est assez tendre et facile à pulvériser; son aspect de la pierre calcaire. Ces minerais, assez communs, ent fréquemment dans les filons métallifères, sur- ns ceux de plomb et de cuivre; mais ils forment eux seuls de grands amas dans la partie inférieure ains secondaires. Il en existe, en Belgique, d'im- dépôts exploités avec une grande activité. La haute n possède aussi de beaux gisements, qui donnent es exploitations lucratives. Ces minerais, faciles à renferment jusqu'à 65 pour 100 de métal.

t au *Sulfure de zinc*, ou *Blende*, l'aspect en est bril- nelleux, d'une couleur jaunâtre ou brune. Lorsqu'on il met à découvert des parties unies et miroitantes; ière en est grise ou jaunâtre. Ce minerai est encore nmun que le minerai précédent; mais il forme rare- s gîtes à lui seul. Il accompagne presque toujours, s filons, la galène et divers autres métaux. On le ussi dans les dolomies du Saint-Gothard, et quel- dans le gypse, comme à Hall, en Tyrol.

t de passer la blende au fourneau, on la soumet au , opération qui volatilise le soufre qu'elle contient. u carbonate de zinc, on le calcine pour en chasser l'acide carbonique. Ces opérations terminées, on fortement dans des appareils distillatoires convena- disposés; alors le zinc, qui est volatil, se sublime se condenser dans des récipients où il se dépose

sous forme de grenailles et de poussière; il ne reste plus qu'à recueillir le métal, et à le refondre pour le couler en plaques peu épaisses et du poids de quelques kilogrammes. C'est ainsi qu'il nous arrive ordinairement de Belgique et d'Angleterre.

La découverte du zinc ne date que du seizième siècle. Ce métal, d'un blanc bleuâtre, possède assez d'éclat, mais il se ternit promptement. A la température ordinaire, il n'est pas malléable; ce n'est qu'en le chauffant à 140° environ qu'on peut le laminer. Si l'on porte le degré de chaleur jusqu'à 205°, il devient cassant; il fond à 412°; chauffé au rouge blanc, il se volatilise, et c'est précisément cette propriété qu'on utilise, comme nous l'avons vu, dans le traitement métallurgique.

Autrefois le zinc n'était employé que pour la fabrication du *Laiton* (alliage de zinc et de cuivre); mais, depuis quelques années, l'emploi de ce métal a pris parmi nous un développement considérable, surtout depuis qu'on est parvenu à laminer le zinc; car, sous forme de feuilles, il remplace avec avantage, dans un grand nombre de cas, les feuilles de plomb, de cuivre et de fer-blanc. On s'en sert pour couvrir des édifices, pour le doublage de quelques navires de commerce; on en fait un très-grand nombre d'ustensiles domestiques, et une foule d'objets de décoration; mais la facilité avec laquelle le zinc est attaqué par les acides les plus faibles doit en faire repousser l'usage pour la cuisson de certains aliments, car les sels qu'il forme sont dangereux pour l'économie animale. Les propriétés du zinc le rendent précieux pour des expériences scientifiques: il constitue l'un des éléments de la pile de Volta, instrument qui a exercé une grande influence en physique et en chimie. Aujourd'hui on recouvre de zinc une foule d'objets en fer, tels que chaînes, treillis, outils de jardinage, etc., ce qui les préserve de la rouille ou, en d'autres termes, de l'oxydation.

inc est employé en médecine et dans les arts sous is de *fleur de zinc* et de *vitriol blanc*. La propriété poussière du zinc de brûler vivement avec une flamme éblouissante, est mise à profit par les artificiers. l'oxyde de zinc (*blanc de zinc*) vient récemment substitué à l'oxyde de plomb pour toutes les cou- ont la céruse est la base. Cette application, intro- ins l'industrie par M. Leclaire, est reconnue chaque is utile, car le blanc de zinc ne paraît pas exercer, la céruse, une action délétère sur la santé des ou- surtout des peintres en bâtiment, si sujets à de vio- oliques. Voici l'expérience sur laquelle on se fonde puyer cette assertion : Des chiens ont été frottés, à tes reprises, les uns avec une pommade contenant de de plomb, les autres avec une pommade conte- l'oxyde de zinc; les premiers sont morts au bout ois, les seconds n'ont ressenti aucun effet.

mps dira si la découverte de M. Leclaire, qui a déjà e l'appui de savants distingués, doit être accueillie un bienfait pour l'industrie.

elgique, la Russie, la Silésie et les îles Britanni- urnissent en Europe la presque totalité du zinc qui dans le commerce.

MINERAIS DE MERCURE.

iercure se présente, dans la nature, sous différents iais on ne le retire que du mercure natif et du mer- furé.

tat natif, le mercure est rarement assez abondant rmer, à lui seul, la base d'une exploitation régulière. onstamment le produit de la décomposition du mer- lfuré; on le rencontre presque toujours sous forme iules ou de gouttelettes; et, comme il est liquide, is climats d'Europe, on conçoit qu'il doit suinter

des roches qui le contient et se réunir dans les cavités où on le recueille.

Le principal minerai de mercure est le *Cinabre* ou *Mercure sulfuré*. Cette substance, quand elle est pure, est d'une belle couleur rouge, passant au brun par suite de divers mélanges; sa poussière, très-pesante, se présente sous une belle couleur écarlate. Le cinabre se compose de 86 parties de mercure et de 14 de soufre.

Quant à sa position géologique, le mercure sulfuré se trouve tantôt en filons ou en veines dans les terrains de cristallisation ou dans les terrains de transition, tantôt disséminé dans la partie moyenne des terrains secondaires. Il se présente ordinairement en masses granulaires ou compactes, quelquefois à l'état terreux ou pulvérulent, et il colore les dépôts qui l'accompagnent. Quoique le cinabre constitue la masse principale des dépôts de mercure, il est assez peu répandu pour ne donner lieu qu'à un nombre très-limité d'exploitations régulières. Les gîtes les plus importants qu'on exploite en Europe sont ceux d'Almaden, en Espagne, et d'Idria, en Illyrie. Il en existe plusieurs en Chine et au Pérou; mais on ne connaît encore qu'imparfaitement leur production.

Les procédés métallurgiques employés pour extraire le mercure de son sulfure sont fondés sur la propriété qu'a ce métal de se volatiser à 360° de température. On grille d'abord le cinabre; le soufre se convertit en acide sulfureux; puis, en chauffant convenablement le résidu dans des appareils distillatoires, le mercure se sublime, et les vapeurs métalliques, conduites dans des récipients, s'y refroidissent et s'y condensent à l'état liquide. Quelquefois on mélange le minerai avec de la chaux éteinte, et l'on distille dans des cornues de fonte : la chaux s'empare du soufre, et le mercure, devenu libre, se vaporise et se condense sous forme de gouttelettes.

Les exhalaisons du mercure sont dangereuses pour l'éco-

nomie animale. Ce sont ordinairement des condamnés qui travaillent aux mines de mercure, et l'existence si courte de ces malheureux est rendue affreuse par le continuel dépérissement de leur santé. Ailleurs, dans les ateliers où l'on emploie le mercure, les ouvriers sont plus ou moins victimes des vapeurs délétères qui résultent de cet emploi.

Le mercure se distingue de tous les autres métaux par sa fluidité constante dans nos climats. Sa couleur, d'un éclat argentin un peu bleuâtre, et la mobilité qu'il affecte sur une feuille de papier qu'on tient à la main lui ont valu le nom vulgaire de *vif-argent*. Il est doué de la propriété de dissoudre l'or, l'argent et le cuivre. Il se solidifie, par un grand abaissement de température, à 40° au-dessous de zéro; et, ce qu'il y a de singulier, c'est qu'en cet état il produit sur nos organes la même sensation qu'un corps très-chaud : au moins est-ce l'effet qu'on ressent lorsque, après l'avoir solidifié à l'aide de réfrigérants, on le met un instant dans le creux de la main. Cette sensation va jusqu'à désorganiser la peau.

La liquidité, la pesanteur, l'éclat, la dilatabilité, et surtout la tendance du mercure à s'unir à quelques métaux pour former des alliages que l'on nomme *amalgames*, sont autant de qualités précieuses qui le rendent très-utile. On l'emploie dans la confection des thermomètres, si nécessaires pour apprécier le degré de température, et dans celle des baromètres destinés à mesurer la pression qu'exerce l'atmosphère à tel ou tel niveau, et qui annoncent, avec plus ou moins d'exactitude, la variation du temps.

La facilité avec laquelle le mercure dissout l'or et l'argent est mise à profit pour isoler ces deux métaux précieux, quand ils sont associés à d'autres matières. Amalgamé à l'argent, il sert aux dentistes pour plomber les dents cariées. Le mercure n'absorbant pas, comme l'eau, les gaz avec lesquels il est en contact, on s'en sert dans les laboratoires de chimie pour recueillir et mesurer les différents

gaz. Uni à l'étain, le mercure constitue l'étamage des glaces; combiné au soufre et broyé, il fournit une poudre d'un rouge très-vif qu'on emploie dans les arts sous le nom de *vermillon*; enfin, il entre comme agent très-énergique dans plusieurs médicaments.

L'Espagne et l'Autriche fournissent, en Europe, la presque totalité du mercure répandu dans le commerce; et la plus grande partie de cette production passe en Amérique pour y être employée au traitement des minerais argentifères et aurifères par le procédé d'amalgamation.

MINERAIS D'ARGENT.

Les espèces minérales qui contiennent de l'argent sont assez nombreuses; mais l'on ne compte que quatre minerais argentifères donnant lieu à des exploitations suivies. Ce sont l'*Argent natif*, l'*Argent sulfuré*, l'*Argent antimonié sulfuré*, et l'*Argent chloruré*. Les autres substances argentifères se trouvent mélangées avec ces divers minerais, et se confondent avec eux dans le traitement métallurgique.

A l'*état natif*, l'argent se présente, le plus souvent, sous forme dendritique; quelquefois en filaments déliés, très-minces; on le rencontre aussi dans quelques alluvions en pépites, et même en masses volumineuses. Les mines du Pérou en ont fourni des blocs de quarante, soixante et cent kilogrammes; on cite des masses beaucoup plus grandes encore trouvées en différents lieux. Ces rencontres sont très-rares et l'on conçoit, en effet, que le prix de l'argent baisserait bientôt si ce métal se présentait souvent de cette manière. L'argent natif constitue rarement des gisements indépendants; le plus ordinairement il se trouve associé aux sulfures et aux chlorures d'argent, ainsi qu'à certains minerais de plomb et de cuivre. En France, quelques roches ferrugineuses contiennent de un à quatre millièmes d'argent

es minerais argentifères de Huelgoat, en Bretagne, *rres rouges*; tels sont aussi ceux du Chili et du Mexi-n désigne sous les noms de *pacos* et de *colorados*.

nt sulfuré (*Argyrose*) est le minerai argentifère le et le plus abondant; il est d'un gris terne, imi-uleur du plomb; on peut le couper au couteau, ca-inemment remarquable. A l'état de pureté, il se de 87 parties d'argent et de 13 de soufre. On le filons et en amas dans les terrains de transition par la sortie des roches ignées. Les gîtes d'argent s plus célèbres, en Europe, sont ceux de la Hon-la Transylvanie; viennent ensuite ceux de la Saxe, vége et de la Suède; mais c'est particulièrement érique que ce minerai se présente en abondance. ue et le Pérou en possèdent d'immenses dépôts nt lieu à des exploitations très-lucratives, et qui lus avantageuses encore si les bras, l'eau et les les ne manquaient pas sur les lieux mêmes des

it antimonié sulfuré (*Argyrythrose*), appelé vul-*Argent rouge*, est une substance d'un fort bel as-ouleur presque toujours rouge, quelquefois trans-cassure vitreuse et brillante. A l'état de pureté, e jusqu'à 59 pour 100 d'argent. En Amérique, ne partie importante de certains dépôts qui sont de produits considérables; son gisement le plus est subordonné aux gîtes d'argent sulfuré.

t chloruré (*Kerargyre*), nommé aussi *Argent corné*, couleur blanchâtre ou brunâtre; il se distingue mi-transparence et par une consistance analogue la cire. Quand il est pur, il contient 75 parties 25 de chlore. Ce minerai est très-rare dans les entifères d'Europe; il se montre, au contraire, nce dans diverses contrées du nouveau monde, t au Mexique et au Pérou.

Tels sont les minerais argentifères. On a pu remarquer qu'à l'état de pureté ils renferment de fortes proportions d'argent; mais il s'en faut de beaucoup qu'on les trouve toujours purs et isolés. Le plus souvent, ils sont mélangés de matières terreuses qui leur ôtent une grande partie de leur importance. Quelquefois même, ils se trouvent dans un tel état de dissémination, que l'œil le plus exercé ne saurait les reconnaître; et ce n'est qu'à l'aide d'opérations chimiques qu'on parvient à constater leur nature argentifère. Néanmoins on doit bien penser que l'argent est un métal assez précieux pour qu'on recherche tous les moyens de l'extraire des substances qui n'en contiennent même qu'une très-faible proportion. C'est ainsi que des dépôts terreux, contenant un demi-millième d'argent, sont quelquefois l'objet d'exploitations avantageuses; car, le plus souvent, c'est moins la richesse que l'abondance des minerais, et la facilité avec laquelle on peut les extraire et les traiter, qui constituent les entreprises lucratives.

Deux procédés sont généralement employés pour extraire l'argent des substances avec lesquelles il se trouve combiné. Le premier, peu suivi, consiste à fondre les minerais, convenablement préparés, avec une certaine quantité de plomb. Dans cette opération, le plomb, qui a beaucoup d'affinité pour l'argent, s'unit à lui, et s'écoule au bas du fourneau. On obtient directement ainsi un plomb d'œuvre argentifère qu'on oxyde ensuite pour en extraire l'argent. Ce procédé, comme on le voit, a pour objet d'accumuler l'argent dans le plomb, et de l'en retirer ensuite au moyen de la coupellation, ainsi qu'il a été dit aux minerais de plomb.

Le second procédé, dit *américain*, s'exécute plus en grand. Ici l'intervention du fourneau est inutile : c'est par *amalgamation* qu'on opère. Ce procédé, ainsi qu'on va le voir, est fondé sur la propriété qu'a le mercure de dissoudre l'argent à froid et de s'unir à lui.

e minerai argentifère est convenablement pulvé-
;ard, on y mêle 2 à 3 pour 100 de sel marin, et,
lusieurs jours, on abandonne le mélange dans
; cuve. Puis on ajoute du *magistral* (sulfate de
viron 1 à 1 1/2 pour 100 du minerai, et l'on in-
s la masse, et par fraction, le mercure destiné
ımalgame. Le tout est ensuite soumis, dans une
, au piétinement des chevaux pendant un cer-
e de jours; ainsi s'opère le mélange, et quand la
rise, uniforme et globuleuse, l'amalgamation est
ıccès de cette opération exige surtout une pro-
venable de magistral, qui communique à la pâte
legré de température. Quand on en met trop, la
'op chaude; quand on n'en met pas assez, elle
raire, trop froide. Il est donc un point thermo-
ıi fixe la proportion de magistral qu'il faut em-
nasse pâteuse est ensuite soumise à un lavage
toutes les parties terreuses, et il ne reste plus
ıme d'argent, qu'on égoutte dans des sacs de
on soumet ensuite à la distillation. Ici, le mer-
:ilise, et l'argent reste libre.

en résumé, la méthode d'amalgamation par le
éricain; elle entraîne la perte de beaucoup de
ı Europe, et particulièrement à Freyberg, le
soumis au grillage dans un four à réverbère,
'taine quantité de chlorure de sodium ou sel
ant le grillage, l'argent s'empare du chlore et
en chlorure; ensuite on réduit le minerai en
ussi fine que possible.

re est placée dans des tonneaux qu'on met en
ıur un axe au moyen d'une force quelconque.
ıbord à la masse du minerai un peu d'eau et
de fer forgé qui sont destinés à réduire le
gent; puis, après une heure de tournage, on
nercure, et l'on remet les tonneaux en mou-

vement. Ce n'est qu'au bout de seize à dix-huit heures de ce mouvement de rotation que l'opération est terminée. L'amalgame d'argent est ensuite retiré, lavé et placé dans des sacs de coutil qu'on soumet à une forte pression; une partie du mercure sort à travers les mailles de l'étoffe; puis on enlève le reste par la distillation. L'argent ainsi obtenu se présente sous la forme d'une masse finement criblée qu'on fond au creuset et qu'on moule en lingots.

L'argent pur est sonore et d'un blanc très-éclatant. Il perd son éclat au contact de l'hydrogène sulfuré; il en est de même au contact des œufs, car les œufs contiennent un peu de soufre qui se combine avec l'argent. L'argent est difficilement attaquable par les acides organiques, et c'est sur cette propriété qu'en est basé l'emploi dans l'économie domestique. Après l'or, c'est le plus malléable et le plus ductile de tous les métaux : on peut le réduire en feuilles extrêmement minces, et l'étirer en fils très-déliés.

La beauté et l'inaltérabilité de l'argent l'ont, de tout temps, fait rechercher : aujourd'hui encore on en fait toutes sortes de vases et d'ornements précieux. Le principal usage de l'argent est de servir de signe représentatif de la richesse sociale et de la valeur de tous les produits. L'alliage de neuf parties d'argent et d'une partie de cuivre est celui que la France a déterminé pour la confection de ses monnaies d'argent. Employé dans l'orfévrerie, l'argent est également combiné avec le cuivre à deux titres différents et suivant des proportions déterminées par la loi. Le but qu'on se propose en alliant à l'argent une petite quantité de cuivre, est d'en augmenter la dureté et la consistance; car, pur, ce métal ne conserverait pas longtemps le modelé des formes délicates. Réduit en pellicules d'une ténuité extrême, l'argent s'applique à froid sur différents objets; uni au mercure, il s'étend à chaud à la surface des autres métaux.

Mais l'art d'argenter et de dorer sur métal a reçu depuis

quelques années un immense développement. C'est maintenant par le *procédé électro-chimique* qu'on applique à volonté l'or et l'argent sur des objets façonnés avec des métaux moins chers et plus tenaces. Cette remarquable découverte, due à MM. de Ruolz et Elkington, met, pour ainsi dire, l'usage des métaux précieux à la portée de tous. L'argent rend encore d'autres services, mais d'une toute autre nature : combiné avec l'acide azotique, on l'emploie en chirurgie pour brûler certaines excroissances charnues, ce qui lui a valu le nom de *pierre infernale;* enfin, diverses combinaisons argentifères entrent dans la fabrication des poudres fulminantes.

Nous ne possédons en France qu'un très-petit nombre de mines d'argent : les plus importantes sont celles de Huelgoat et de Poullaouen, dans le département du Finistère, et, bien qu'elles soient dans un état de prospérité, leur production est fort limitée. L'Autriche, la Russie, la Suède et la Saxe produisent la presque totalité de l'argent qu'on retire en Europe, production bien minime, comparativement à celle du Mexique, du Pérou, de Buénos-Ayres, du Chili, etc. C'est donc de l'Amérique que vient la plus grande partie de l'argent qui circule dans le commerce. Le kilogramme d'argent vaut environ 222 francs.

MINERAIS D'OR.

Jusqu'ici nous n'avons vu les métaux se présenter avec abondance qu'à l'état de combinaison; l'or, au contraire, ne se trouve, pour ainsi dire, qu'à l'*état natif*, tantôt sous forme de petits cristaux, de lames plus ou moins étendues, ou de filaments; tantôt en paillettes, en grains et en fragments que l'on nomme *pépites*, et qui sont parfois assez volumineux. Toutefois l'or se présente rarement tout à fait pur; il est fréquemment allié à une très-faible quantité d'argent en proportion variable.

L'or se trouve souvent en filons ou en veines dans les roches quartzeuses du terrain primitif; quelquefois ce métal se présente accidentellement dans divers gîtes argentifères, comme au Mexique, au Pérou et dans la Colombie; certains gîtes de cuivre en renferment aussi exceptionnellement une quantité assez notable pour donner lieu à des exploitations spéciales; mais la gangue la plus générale de l'or, au Brésil, la substance où ce métal se trouve le plus abondamment répandu, est une roche quartzeuse, rougeâtre et ferrugineuse, nommée *Yacotinga*.

Ce n'est pas ordinairement dans ses gisements originaires qu'on recherche ce métal, mais bien dans les terrains d'alluvion formés aux dépens de la destruction des gîtes primitifs, et où l'on rencontre aussi du fer, quelquefois même du platine et des diamants.

Malgré son peu d'abondance, l'or est tellement éparpillé à la surface du globe, qu'il n'est point rare d'en trouver des paillettes dans la plupart des grands fleuves. En France même, où l'on ne connaît de gisements originaires qu'à la Gardette, dans le département de l'Isère, on cite plusieurs rivières, surtout le Rhin, l'Ariége et le Rhône, qui roulent quelques parcelles d'or d'une ténuité extrême. En général, les minerais d'or sont peu riches en Europe. Ceux d'Afrique doivent être beaucoup plus abondants, si nous en jugeons par le commerce de poudre d'or que nous avons vu s'y faire sur divers points, particulièrement dans la Guinée septentrionale. Quelques parties de l'Asie, et notamment les monts Ourals, possèdent des sables aurifères fort riches, exploités avec un grand succès par les Russes; mais c'est l'Amérique qui, sous ce rapport, paraît être la mieux partagée; elle est, en quelque sorte, la patrie de l'or et de l'argent.

Dans quelques contrées où les minerais aurifères sont peu abondants, on sépare l'or des matières étrangères qui l'accompagnent, soit par amalgamation, soit par fusion.

Dans le premier cas, on se sert du mercure, qui s'amalgame avec la poudre d'or, comme cela a lieu avec la poudre d'argent; on lave ensuite l'amalgame, puis on le soumet à la distillation pour en chasser le mercure. Dans le second cas, on fond les minerais concentrés avec une suffisante quantité de plomb et de fondants; on obtient ainsi un plomb d'œuvre aurifère, qu'on soumet ensuite à la coupellation pour en retirer l'or. Enfin, quand l'or est combiné avec l'argent, la séparation peut s'opérer au moyen de l'acide azotique, qui dissout l'argent sans attaquer l'or.

Hâtons-nous de dire que la quantité d'or obtenue par ces procédés métallurgiques est sans importance comparativement à celle qui provient du simple lavage des sables aurifères, notamment de ceux du Brésil, de la Colombie, du Mexique et surtout de la Sibérie (monts Ourals), et de la Haute-Californie. C'est de ces deux dernières contrées que vient aujourd'hui la plus grande partie de l'or qui circule dans le commerce.

La plupart des mines d'or connues dans le vaste empire du Brésil sont concentrées dans la province de *Minas-Geraes*. Ce pays, montagneux et accidenté, offre sur divers points des traces de bouleversements occasionnés par la sortie de roches ignées; ce qui, en théorie, s'accorde parfaitement avec la richesse métallifère de cette contrée. C'est surtout aux environs de *Villa-Rica* ou *Ouro-Preto*, de *Sabara*, de *Gongo-Socco* et de la *Villa do Principe*, qu'on peut voir, sur de très-grandes étendues, des roches quartzeuses qui, *broyées* et lavées, donnent des paillettes d'or. Quelques compagnies anglaises exploitent ainsi l'or du Brésil; mais la méthode du pays est bien différente. Les Brésiliens ne bocardent jamais; ils se contentent de laver les sédiments des rivières, et généralement tous les dépôts d'alluvions voisins des gîtes renommés. Ces lavages, que nous avons pratiqués nous-même pendant plusieurs années, méritent une description particulière.

Le premier soin à prendre quand on veut exploiter ces alluvions aurifères, provenant évidemment de la destruction de gîtes originaires, consiste à détourner un petit cours d'eau et à le faire arriver sur un point qui domine le dépôt aurifère qu'on se propose de laver. Cette disposition obtenue, on taille dans le sol de larges gradins en forme d'escalier, au bas duquel on pratique une fosse de dimension variable. Puis les laveurs sont placés de distance en distance sur les gradins; et, à mesure que l'eau coule en petites cascades sur ces gradins, ils remuent la terre avec des pioches. Peu à peu, le sédiment se convertit en une boue liquide que le courant entraîne; mais, au pied de l'escarpement, se trouve la fosse où viennent se déposer tous les sables denses et ferrugineux, parmi lesquels se trouve naturellement l'or. En continuant cette opération pendant quelques jours, et en ayant soin de rejeter les cailloux, le minerai devient assez concentré pour être soumis à d'autres préparations mécaniques.

Ainsi réduit, le minerai, ou *cascalho*, comme l'appellent les habitants du pays, est transporté sous une autre chute d'eau, où il subit un nouveau lavage analogue au premier, mais exécuté avec plus de soin. On prend ici les précautions les plus minutieuses pour arrêter une partie des paillettes d'or qui, à raison de leur grande ténuité, sont susceptibles d'être entraînées par l'eau. A cet effet, on dispose, dans la partie inférieure du lavoir, des peaux de bœufs dont le poil est tourné à l'encontre du courant. Ces peaux, lavées de temps à autre, rendent toujours une certaine quantité de paillettes microscopiques. Lorsque ce second lavage a convenablement réduit le minerai, on retire celui-ci du lavoir et l'on procède à la dernière opération, qui a pour but d'isoler l'or.

Chaque laveur prend dans sa sébile environ quatre ou cinq kilogrammes de cascalho concentré, fait entrer l'eau dans ce vase, qu'il tient de la main gauche et auquel il imprime un mouvement giratoire, en même temps qu'il

remue le cascalho avec la main droite, de manière à le tenir en suspension dans l'eau. L'or se précipite au fond, par le seul fait de sa grande densité, tandis que les substances légères sont peu à peu adroitement rejetées dans le lavoir. En continuant ainsi, il ne reste bientôt plus dans la sébile que des parcelles d'or et des grains pulvérulents de fer oxydulé qu'on fait tomber dans un vase destiné à les recevoir. A la fin de la journée, rien n'est plus simple et plus facile que la séparation des sables ferrugineux de l'or successivement ainsi accumulé, soit avec la main, quand le mélange est bien sec, soit en y promenant un aimant, qui s'empare du fer oxydulé. Telle est la méthode usitée dans la presque totalité des exploitations aurifères du Brésil.

La province de Minas-Geraes présente une surface presque égale à celle de la France entière; et, malgré cette grande étendue, la dispersion de l'or y est telle, que tous les cours d'eau, grands ou petits, en charrient des paillettes et quelquefois des pépites. C'est un fait certain que nous avons eu l'occasion de constater en parcourant cette contrée dans tous les sens. Il est vrai que cette richesse n'est pas très-considérable, mais elle est presque partout suffisante pour que les esclaves aient intérêt à s'occuper du lavage aurifère le dimanche, jour où ils peuvent disposer du fruit de leur travail.

Quant aux gisements de la Californie, qui sont incomparablement plus riches que ceux du Brésil, c'est dans les grandes vallées du *Sacramento* et du *San-Joaquim*, comprises entre la *Sierra Nevada* et les montagnes de la côte, qu'on a principalement exploité jusqu'ici les sables aurifères. Ces vallées, sillonnées par une multitude de petits cours d'eau, embrassent une étendue de plus de deux cents lieues de long sur vingt de large, et partout on y trouve des paillettes d'or. Les riches sédiments aurifères se rencontrent, à une faible profondeur, surtout au pied des collines, dans les gorges resserrées, autour des blocs de rochers sur lesquels ont passé d'anciens torrents. Ces sé-

diments, formés de débris arrachés et charriés sans doute de la Sierra Nevada, lors du grand cataclysme diluvien, sont en partie recouverts par les détritus des alluvions modernes.

Le lavage des minerais d'or, en Californie, s'exécute à peu près comme au Brésil, peut-être même avec moins de soins; car, lorsque les gîtes sont très-riches, on néglige toujours les précautions qui entraînent des lenteurs. Ce fait se reproduit souvent dans l'exploitation de l'or et du diamant, et il explique très-bien pourquoi les riches sédiments, exploités avec trop de précipitation, sont soumis à des lavages subséquents aussitôt que la bonne veine est épuisée.

On distingue en Californie deux sortes de mines: les unes, qu'on nomme *wet-diggings* (mines humides), ne sont guère exploitables que six mois de l'année ; elles se trouvent dans les vallées, les bas-fonds, à proximité des cours d'eau, des lacs; les autres, *dry-diggings* (mines sèches) sont dans les régions élevées, à l'abri des inondations des cours d'eau actuels. Dans l'un et l'autre cas, on pratique des excavations de un, deux ou trois mètres de profondeur; c'est ordinairement à ce niveau, sur le roc vif, que se trouve le métal précieux dans un sédiment quartzeux que l'on soumet au lavage. Quelques mineurs, plus experts ou plus hardis, recherchent les gîtes originaires dans les roches quartzeuses qui leur servent de gangue, et qu'ils font voler en éclats à l'aide de pétards. Cette exploitation, dans ce pays désert et malsain, entraîne beaucoup de peines, de fatigues, de tribulations de tout genre ; beaucoup de malheureux y succombent avant d'avoir aperçu une parcelle d'or; mais en revanche quelques-uns s'enrichissent en peu de jours.

Jusqu'à présent, on peut dire que l'art du mineur et surtout la science du géologue, si utiles dans les exploitations, n'ont pas pénétré en Californie. Les Américains en sont encore aux hypothèses sur la véritable étendue et sur la richesse de leurs mines aurifères. Peut-être le versant oriental de la Sierra Nevada possède-t-il des trésors inconnus. Quoi

soit, et en s'en tenant à l'exploitation des gîtes con-
ĸtraction de l'or est telle dans ce pays, qu'on l'é-
ınuellement à plus de 200 millions de francs (Le
fficiel de l'or extrait en 1850 s'élève à 35 millions
rs). Si l'on réfléchit au nombre chaque jour crois-
, laveurs qui arrivent de toutes parts, aux décou-
robables de nouveaux *placeres*, à l'emploi probable
ıines et de méthodes d'extraction plus expéditives
ɜs dont on se sert maintenant, on ne sera pas éloi-
mettre que la production de l'or, dans cette partie
'eau monde, est susceptible de s'accroître annuel-
lans des proportions considérables, comme cela est
vement arrivé aux dépôts aurifères des monts Ou-
ıloités par les Russes.

comme on le sait, est très-dense, très-brillant et
ılle couleur jaune. Il a environ quinze fois plus de
ue l'argent; mais, à quelques exceptions près, il
ı quinze fois plus difficile à recueillir. Son inalté-
ɜst remarquable : les acides azotique et sulfurique
quent pas. On parvient seulement à le dissoudre
au régale (mélange d'acide azotique et d'acide
rique), et alors cette liqueur prend une belle cou-
e. L'or est le plus ductile et le plus malléable de
métaux; on peut le réduire en feuilles si minces,
ıoindre souffle suffit pour les enlever. Sa grande
ité est très-utile dans les arts; car elle permet de
ır en dorure par couches extrêmement minces. Il
ombiner avec un grand nombre de métaux; mais
llie guère qu'au cuivre et à l'argent.

marquables qualités de l'or l'ont fait rechercher de
s pour la confection des vases et des bijoux de prix.
oujours il a été, conjointement avec l'argent, le si-
ısentatif de la richesse publique. Employé dans la
française, l'or reçoit, comme l'argent, un dixième
, qui lui communique de la dureté; les objets d'orfé-

vrerie et de bijouterie en reçoivent aussi à deux titres différents fixés par la loi, et c'est à cette addition de cuivre que l'or doit la faculté de pouvoir être finement travaillé. Ce métal est employé dans la dorure par différents procédés: on dore sur bois, sur porcelaine, sur papier, etc., et sur métaux par la méthode électro-chimique. Enfin, diverses préparations d'or sont fréquemment mises en œuvre dans les arts.

Pour apprécier les titres des alliages d'or, titres et alliages qui varient d'un pays à l'autre, on se sert habituellement d'une pierre noire, en partie siliceuse (*pierre de touche*), sur laquelle on frotte l'alliage à essayer, de manière à y laisser une trace métallique. On passe ensuite sur cette trace un peu d'acide azotique (*eau-forte*), sans aucune action sur l'or, mais dissolvant tous les autres métaux qui s'y trouvent; en sorte qu'on peut approximativement reconnaître, à l'affaiblissement qu'a subie la trace métallique, la valeur de l'alliage soumis à l'opération. Ce moyen, qu'emploient les orfévres, exige une certaine habitude pour comparer les résultats obtenus à ceux que fournissent, de la même manière, des morceaux d'alliage, de titres connus, et qu'on nomme *touchaux*.

Si l'on considère qu'on extrait, chaque année, une quantité d'or et d'argent dépassant de beaucoup celle qui se consomme, il semble qu'on soit en droit de conclure que la valeur de ces deux métaux, comparée à la valeur du travail et des produits agricoles, doit diminuer graduellement au fur et à mesure que leur masse s'augmente. Il y a trois siècles que l'Amérique, en donnant à l'Europe des mines plus riches et plus faciles à exploiter, détermina brusquement une dépréciation analogue; il en est résulté que divers produits, tels que les produits agricoles, par exemple, sont plus chers aujourd'hui qu'autrefois; et cette augmentation considérable dans le prix des denrées, et conséquemment de la main-d'œuvre, serait bien plus grande encore sans le perfectionnement des arts et de

l'agriculture, qui tend vers un but contraire en simplifiant les moyens de production. Aujourd'hui même, si, par une cause quelconque, les frais d'extraction de l'or et de l'argent étaient subitement abaissés de moitié, nous verrions se reproduire un résultat analogue à celui qui bouleversa le monde financier il y a trois siècles; seulement la crise serait moins violente, parce que la masse de métaux précieux que possède l'ancien continent étant, à présent, très-grande, l'influence d'une quantité, même considérable, jetée sur le marché, serait plus lente à se faire sentir; mais elle produirait assurément une perturbation dans la fortune des États et des particuliers détenteurs des métaux précieux.

Eh bien ! pour l'argent, un tel résultat ne tient qu'à la découverte de riches gisements de mercure en Amérique; car, avec le mercure à vil prix, les mines argentifères du nouveau monde pourraient facilement doubler et tripler leur production annuelle.

Quant à l'or, la diminution de la valeur réelle de ce métal est à peu près certaine, si les produits de la Californie viennent à s'accroître, comme on est fondé à le penser. On sait positivement aujourd'hui que les sables aurifères de ce pays dépassent, par leur richesse, tout ce qu'on avait osé rêver dans les plus riches gisements de l'Amérique méridionale. Des villages, des villes même, ont été subitement élevés et peuplés dans des lieux autrefois déserts. Des rivières, naguère inconnues, sont maintenant sillonnées en tous sens par de nombreux bateaux à vapeur. De toutes parts des navires arment pour la Californie, tant les populations se précipitent avec entraînement vers ce nouvel Eldorado. Sans doute, plus d'un individu n'y trouvera que regrets et déceptions; car, dans la recherche des minéraux précieux, le nombre des laveurs heureux représente bien plus l'exception que la règle; mais, tout en faisant la part de l'exagération, on ne saurait douter que les sédiments aurifères de la Californie ne soient les plus

riches gisements découverts jusqu'à ce jour ; et si leur étendue est telle qu'on l'annonce, la dépréciation de la valeur de l'or qui en résultera sera surtout fatale aux pays dont la monnaie est en grande partie fabriquée avec ce métal, comme, par exemple, l'Angleterre.

Toutefois, cette dépréciation, si elle se réalise, ne saurait être que lente et graduelle, car, à mesure qu'elle se fera sentir, elle aura pour conséquence inévitable de faire abandonner successivement, dans presque toutes les parties du globe, l'exploitation des gîtes aurifères dont le rendement est médiocre ; en sorte que la grande production d'une contrée suspendra, en partie, la production des autres contrées.

Nous finirons cet article, qui termine la série des métaux usuels, en donnant l'évaluation la plus récente de la production de ces métaux, telle qu'elle a été publiée par M. A. Burat, dans son excellente *Géologie appliquée à la recherche et à l'exploitation des minéraux utiles*. — « Les États de l'Europe, dit cet habile géologue, ont été classés ainsi qu'il suit, d'après l'évaluation de leurs produits en métaux bruts. La Russie, qui est en seconde ligne, ne viendrait qu'après l'Autriche, si l'on retranchait les produits de ses lavages d'or situés en Asie. »

Angleterre.	440 millions de francs.
Russie et Pologne.	135
France.	132
Autriche.	67
Confédération germanique. .	62
Espagne.	54
Suède et Norwège.	54
Prusse.	49
Belgique.	40
Toscane.	15
Piémont et Savoie.	11
Danemark.	9
	1,068



'on détaille actuellement ces valeurs, dont le total plus d'un milliard, on reconnaît qu'il y a des Etats luisent à eux seuls la presque totalité de certains 1).

	Quintaux métriques.	Quintaux métriques.	Quintaux métriques.	Quintaux métriques.	Quintaux métriques.	Marcs (2).	Marcs.	Quintaux métriques.
Iles Britanniques...........	40,000	250,000	»	25,000	500,000	26,000	»	14,000,000
Russie....................	»	58,000	»	30,000	25,000	90,000	25,000	1,150,000
France....................	»	1,000	»	»	4,700	8,000	»	3,700,000
Autriche..................	[illegible]	25,000	5,000	5,000	35,000	340,000	5,500	1,500,000
Zolverein ou Allemagne sept.	3,500	15,000	»	180,000	95,000	150,000	120	1,800,000
Suède et Norwége.........	700	18,000	»	»	600	40,000	20	850,000
Belgique..................	»	»	»	75,000	50,000	»	»	880,000
Espagne..................	»	50,000	22,000	2,000	450,000	160,000	»	250,000
États sardes..............	»	»	»	»	2,000	1,200	40	90,000
Toscane, île d'Elbe........	»	4,000	100	»	»	»	»	100,000

(1) Les chiffres présentés dans ce tableau ont été rectifiés d'après l'excellente statistique publiée par M. Reden.
(2) Le poids d'un marc, ou huit onces, correspond à 245 grammes.

« La production des autres parties du monde n'est connue qu'autant qu'elles sont liées par des rapports commerciaux avec l'Europe. Les exploitations des Amériques, par exemple, fournissent les $\frac{11}{14}$ de l'or et de l'argent extraits annuellement; le Pérou produit la plus grande partie du platine employé dans les arts; le Chili et le Mexique fournissent une quantité de mercure assez notable pour que l'importation européenne (pour le traitement des minerais d'argent) ait subi une diminution sensible. Mais, dans les riches contrées de l'Asie, la production suffit en grande partie à la consommation locale, sans que nous en connaissions les moyens. La Chine fabrique abondamment le fer et le cuivre. Banca et Malacca, dans les Indes, exportent une quantité d'étain évaluée au double de la production européenne.

« Le tableau suivant donnera une idée de la répartition et de la production des mines d'or et d'argent exploitées actuellement. » Il y manque les produits de la Californie, dont le chiffre considérable n'était pas encore connu lorsque ce tableau a été publié par M. Burat.

		ARGENT.	OR.
		Marcs.	Marcs.
AMÉRIQUES.	Brésil	»	22,000
	Mexique	2,196,000	16,000
	Pérou	600,000	4,000
	Buénos-Ayres	525,000	2,000
	Chili	250,000	11,500
	Colombie	1,200	18,000
	États-Unis (Californie non comprise).	130,000	10,000
ASIE, non compris la Russie.	Thibet	?	15,000
	Archipel Indien	?	5,000
AFRIQUE	Côtes méridionales.	?	16,000

ɔomplète les huit métaux usuels employés journel-
dans les arts. Nous passerons plus rapidement sur
s métaux, dont l'importance est, en quelque sorte,
re, mais qui méritent néanmoins de fixer l'attention,
des services qu'ils nous rendent, soit à l'état métal-
it à l'état de combinaison.

MINERAIS DE PLATINE.

atine natif n'est jamais parfaitement pur; il con-
jours environ 20 pour 100 de métaux étrangers,
le fer, le rhodium, l'iridium, le palladium, l'os-
le cuivre. Ainsi que l'or, le platine se trouve dans
ions anciennes, en grains ou en pépites, presque
accompagné d'or et quelquefois de diamants. On
ıtre ainsi, non-seulement sur divers points de l'A-
méridionale, notamment au Pérou, en Colombie,
(Matto-Grosso), mais encore à Bornéo, et toujours
ı de fragments quartzeux. En 1824, les Russes
ıvé, sur le versant oriental des monts Ourals, dans
itions analogues.

t de pureté, le platine est d'un gris d'acier, appro-
blanc d'argent; il est très-brillant, très-ductile et
éable; il a des qualités que nul autre métal ne pos-
ıme d'être inaltérable au suprême degré, et de ré-
ns se fondre, au feu le plus violent de nos four-
'est aussi le plus dense de tous les corps connus;
a été travaillé, son poids spécifique égale environ
x fois celui de l'eau pure. La dureté n'en est pas
ble; mais c'est, de tous les métaux, celui qui
le moins de dilatation. Il n'éprouve aucune alté-
chalumeau, par les moyens ordinaires; mais il
ide du chalumeau à courant d'oxygène et d'hydro-

'éparations métallurgiques du platine sont assez

compliquées : ordinairement le minerai, après avoir été débarrassé des matières avec lesquelles il était mêlé, est dissout dans l'eau régale ; car, par suite de son infusibilité, le platine pur ne peut être obtenu que par la voie humide. Quand la dissolution est complète, on verse sur le mélange de l'hydrochlorate d'ammoniaque ; il se fait aussitôt un précipité qui, recueilli, lavé et calciné, constitue ce qu'on appelle le *platine en éponge*. Cette matière est ensuite broyée en poudre fine, dont on fait une pâte avec un peu d'eau. On place cette pâte dans un moule ou cylindre à piston pour la comprimer graduellement ; l'eau est forcée de suinter, et la masse acquiert peu à peu de la cohésion. On obtient ainsi un gâteau assez solide qu'on soumet à l'action de la chaleur, puis qu'on martèle légèrement sur une enclume ; on chauffe plusieurs fois de suite au rouge-blanc, et à chaque fois on augmente l'intensité des coups de marteau jusqu'à ce que l'agrégation métallique soit complète. Cette dernière opération finie, le platine peut être forgé, laminé ou réduit en fils.

L'admirable propriété qu'a le platine de résister à l'action du feu et des acides en rend l'usage précieux dans diverses opérations physiques et chimiques. On fait avec le platine des cornues, des creusets, des capsules, des tubes et autres objets de laboratoires. Malgré l'élévation de son prix, on s'en sert dans les arts pour faire des bassins évaporatoires, des alambics, etc. Le bassinet et la lumière des armes à feu de prix ne s'exécutent plus qu'avec ce métal inaltérable. La constance de son brillant poli permet de l'employer avec avantage en physique pour la construction de miroirs de télescopes à réflexion. Comme il est le moins dilatable de tous les métaux, il est éminemment utile pour la fabrication des instruments de précision et de graduation ; et l'on sait que l'étalon du mètre, déposé à l'Observatoire de Paris, est en platine. On a essayé d'employer le platine dans la bijouterie ; mais cette application n'a pas

ar le platine est plus cher et moins beau que l'ar-
in, le platine s'applique sur porcelaine en couverte
la vaisselle ainsi ornée présente à peu près l'appa-
l'argenterie; mais la couleur en est inaltérable.
tine serait sans doute bien plus utilisé, et l'on en
ucoup plus d'objets destinés à une longue durée
ervice difficile et continuel, si l'élévation de son
nettait obstacle; et bien que le prix en soit moins
uis qu'on a trouvé le moyen de purifier le platine
e humide, ce métal est encore fort cher, puisqu'il
ron quatre fois plus que l'argent; aussi n'est-ce
dans les laboratoires et dans quelques ateliers
s qu'il reçoit une application journalière. Un alam-
tine coûte jusqu'à 20 et 25,000 francs.
tout le platine qui circule dans le commerce s'ex-
érou et de la Colombie. La Sibérie en produit
ii une certaine quantité; mais il est moins pur
du nouveau monde.

MINERAIS D'ANTIMOINE.

oine existe à l'état natif, à l'état d'oxyde et de
e dernier minerai est le plus important; il four-
que totalité de l'antimoine du commerce, et con-
nt c'est le seul dont nous ayons à nous oc-

re *d'antimoine* (*Stibine*) est une substance bril-
gris de plomb, formant des filons dans le granite,
le micaschiste. On le trouve aussi accidentelle-
plusieurs autres gîtes métallifères, notamment
nt sulfuré. Les préparations qu'on fait subir à ce
our en extraire le métal qu'il contient, se bornent
r de sa gangue, puis à le griller, afin d'en chasser
t de le réduire à l'état d'oxyde. On pulvérise en-
xyde et on le mêle avec du charbon arrosé d'une

dissolution de carbonate de soude. Ce mélange est placé dans des creusets qu'on chauffe dans un fourneau de fusion. Le métal étant fondu, on le coule dans des moules sphériques ; c'est ordinairement sous cette forme qu'il est livré au commerce.

A l'état métallique, l'antimoine est blanc bleuâtre, très-brillant, entièrement privé de ductilité et de malléabilité. Quand on le frotte, il développe une odeur sensible ; il est fragile, peu dur, et se volatilise à un certain degré de température.

Les principaux usages de l'antimoine dans les arts sont fondés sur la propriété qu'il a de durcir les métaux avec lesquels il est allié. Son emploi le plus remarquable consiste à le combiner avec le plomb, alliage dont on se sert pour les caractères d'imprimerie. Seul, l'antimoine serait trop fragile pour cet objet ; de son côté le plomb, également seul, manquerait de dureté : le premier serait pulvérisé, le second aplati par la pression, tandis que, réunis, ils forment un alliage résistant. On allie encore l'antimoine à l'étain pour en former une combinaison connue sous le nom de *métal d'Alger*, dont on fabrique des couverts de table. L'antimoine entre dans la composition des feux de Bengale, si remarquables par leur belle lumière blanche ; il est très-employé en médecine ; c'est un des éléments essentiels de l'*émétique*, du *kermès minéral* et de diverses autres préparations pharmaceutiques.

La France et l'Autriche sont, en Europe, les contrées qui fournissent le plus d'antimoine ; il en existe aussi en Espagne des gisements qu'on dit riches, mais en partie non exploités. Ceux de France sont situés dans les départements de l'Isère, de l'Ardèche, du Gard et de la Lozère. La production annuelle de ce métal, bien qu'assez abondante, pourrait être sensiblement augmentée, si la consommation limitée en devenait plus considérable.



MINERAIS DE BISMUTH.

smuth se présente, le plus souvent, à l'état natif gîtes argentifères et arsénifères de Saxe et de Bo- n le trouve aussi à l'état de sulfure et d'oxyde, re combiné avec le soufre ou avec l'oxygène ; mais derniers minerais sont très-rares dans la nature.
t *métallique*, le bismuth est disséminé en petits dritiques; la structure en est lamelleuse et miroi- couleur d'un blanc rougeâtre. Il se brise facilement, oit cependant l'empreinte du marteau, ce qui in- commencement de malléabilité. Comme ce métal isible, il suffit, pour le fondre, d'en chauffer le lans des tuyaux de fonte disposés en travers sur eau, et légèrement inclinés. A mesure que le mé- il se rend dans un récipient, au-dessous de l'ex- ıférieure des tuyaux; puis on le coule en pains.
et surtout la grande fusibilité du bismuth sont les les propriétés dont les arts aient su tirer parti. Uni et à l'étain, en certaines proportions, le bis- ne l'*alliage de Darcet*, dont on fait quelquefois en- plaques de sûreté pour les machines à vapeur. En t ou en augmentant la proportion du bismuth, on arer des alliages qui entrent en fusion à différents chaleur. On comprend l'importance de cette pro- r la sûreté des machines à vapeur; en effet, il suffit ıer aux chaudières une ouverture qu'on referme plaque fusible au degré de chaleur qui ne doit pas ssé, et qui est déterminé par le degré de tension supporter l'appareil; de sorte que, si la tension le de la vapeur devient menaçante, l'augmentation r qui en résulte provoque la fusion de la plaque; 'ture s'établit, et la vapeur, qui eût fait éclater la par sa trop grande force élastique, s'échappe sans

causer aucun mal. Aujourd'hui on se sert plus avantageusement de soupapes coniques en fer, s'adaptant très-exactement aux parois des chaudières et retenues par des poids proportionnés à la puissance de la machine. Lorsque la tension de la vapeur arrive à la limite qui pourrait compromettre la sécurité, elle soulève la soupape de sûreté, et la vapeur en excès, s'échappant au dehors par l'ouverture qui en résulte, fait disparaître la cause du danger, sans que la machine cesse de fonctionner.

Allié à l'étain, le bismuth forme une combinaison métallique qui ne manque ni d'éclat ni de dureté, et dont on fait divers ustensiles de ménage, tels que couverts de table, etc.

La consommation du bismuth est très-limitée ; car ce métal, n'étant ni malléable ni ductile, ne peut servir qu'autant qu'il est allié à d'autres métaux. C'est particulièrement en Saxe et en Bohême qu'on extrait la plus grande partie du bismuth que l'on consomme en Europe.

MINERAIS D'ARSENIC.

L'*Arsenic* se trouve dans la nature, tantôt à l'état natif, tantôt à l'état de sulfure ou d'oxyde, tantôt, enfin, combiné avec différents métaux, comme le cobalt, le fer, etc.

A l'*état natif*, ce métal est d'un gris d'acier, présentant, dans sa cassure fraîche, un éclat métallique qui se ternit promptement à l'air. Il est rarement pur, et se montre sous forme de petites masses mamelonnées, aciculaires, fibreuses ou grenues, dans les gîtes métallifères, notamment dans ceux de sulfure d'argent, d'oxyde d'étain, de cuivre et de cobalt. Si l'on jette quelques fragments de minerai arsénifère sur des charbons ardents, il se manifeste immédiatement une fumée blanche, accompagnée d'une odeur alliacée très-pénétrante, caractères suffisants pour trahir la présence de la plus légère portion d'arsenic contenue dans une substance quelconque.

Combiné avec le soufre, en proportions diverses, l'arsenic se présente sous deux aspects différents. Ce sont des substances aux couleurs éclatantes. L'une, connue sous le nom de *Réalgar*, contient une forte proportion d'arsenic : la couleur en est rouge et d'un éclat nacré; l'autre, plus rare que la première, est d'un jaune d'or et se nomme *Orpiment*. Ces deux minerais se trouvent accidentellement répandus dans les filons métallifères; on les rencontre aussi, mais plus rarement, dans quelques anciennes roches de cristallisation et dans les produits immédiats des volcans. Ils s'emploient dans la peinture sous les noms d'*Orpin rouge* et d'*Orpin jaune;* mais, comme ils sont peu abondants dans la nature, on les prépare artificiellement en combinant le soufre avec l'arsenic, dans des proportions convenables.

L'*Arsenic blanc* du commerce (*acide arsénieux*) s'obtient par sublimation, en grillant les minerais arsénifères; alors il se dégage de l'acide arsénieux, qui va se condenser dans des appareils destinés à cet usage. C'est là qu'on le recueille, avec les plus grandes précautions, sous la forme d'une poudre blanche, qui a causé de bien fatales méprises; car c'est un poison très-violent, et qui jouit, comme on sait, d'une triste célébrité. Mais, grâce aux progrès de la chimie, l'empoisonneur ne peut plus maintenant dérober à la justice humaine les traces de son crime : à l'aide de l'appareil et de la méthode de Marsh, on peut aujourd'hui retrouver, dans les mélanges les plus complexes, la moindre parcelle d'arsenic. Un autre bienfait de la science, c'est la découverte d'un contre-poison qu'il est facile de se procurer, et qui s'administre à forte dose sans aucun danger. C'est de l'hydrate de peroxyde de fer (la rouille ordinaire), qui a la propriété de neutraliser l'effet du poison; car l'acide arsénieux se combine facilement avec l'oxyde de fer, et cette combinaison est sans action sensible sur l'économie animale.

L'acide arsénieux n'a besoin que d'être chauffé avec un

excès de charbon pour être réduit, c'est-à-dire pou
désoxyder et se convertir en arsenic métallique, qu
condense dans le récipient.

L'arsenic, malgré l'effroi que son nom seul inspire,
une substance nécessaire ; il s'emploie, comme métal,
un petit nombre d'alliages. Uni au platine, à l'étain e
cuivre, il sert à la fabrication des miroirs de télescope
l'état d'acide, les naturalistes s'en servent pour dive
préparations : ils l'ajoutent à une bouillie savonneu
calcaire, appelée *savon de Bécœur*, et qui a la propriét
conserver longtemps les animaux empaillés. Sous le
vulgaire de *mort aux rats*, on l'emploie pour la destruc
de quelques animaux nuisibles. L'acide arsénieux est
quemment utilisé, dans la teinture, comme mordant ; aj
au verre, il le rend plus brillant ; et, combiné avec l'o
de cuivre, il produit une belle couleur verte, mise en u
dans la fabrication des papiers peints.

La Saxe, la Bohême et la Suède sont, en Europe,
États qui fournissent le plus d'arsenic.

MINERAIS DE COBALT.

Le *Cobalt* se rencontre à l'état d'oxyde, de sulfure et d'
séniure ; il s'unit aussi quelquefois à diverses autres
tières. Pur, ce métal n'est d'aucun usage, et on ne l'o
tient à cet état que dans les laboratoires, pour le soumet
à des expériences scientifiques. Sa couleur est d'un g
d'étain. Il est dur, cassant, et il obéit à l'influence mag
tique.

Deux minerais cobaltifères sont exploités pour en extr
l'oxyde de cobalt, que les arts réclament comme élém
colorant. Ce sont le *Cobalt arsénio-sulfuré* (*Cobaltine*
Beudant), minéral brillant, d'un gris rougeâtre ; et le *Cob
arsenical* (*Smaltine* de Beudant), d'un blanc d'étain ou d'
gris d'acier, dans sa cassure fraîche ; mais se ternissant d

noircissant à l'air. Ces deux minerais ne forment pas des gîtes à eux seuls ; on les rencontre, le plus souvent, avec le cuivre pyriteux, dans les anciens terrains de cristallisation. Ils fournissent, par sublimation, l'oxyde de cobalt, plus ou moins pur, qu'on emploie à la fabrication du *smalt*.

Le *Smalt*, réduit en poudre impalpable, sert à colorer en bleu le cristal et la porcelaine. Certains vases à fleurs, d'un bleu foncé, ne contiennent qu'une faible quantité de smalt, ce qui peut en faire apprécier la force colorante. Le smalt le plus fin s'emploie pour rehausser la blancheur naturelle des papiers, des toiles, des fils, etc. Malheureusement, cette belle substance ne se délaye point dans l'huile, ce qui prive la peinture des ressources qu'on pourrait tirer de cette couleur ; mais on doit à M. Thénard un très-beau bleu qui porte le nom de ce célèbre chimiste, et qui ne présente pas le même inconvénient. On l'obtient en mêlant des dissolutions d'alun et de cobalt, en précipitant par le carbonate de soude et en calcinant.

Diverses préparations de cobalt servent à fabriquer des encres sympathiques, au moyen desquelles les bateleurs exploitent si souvent la crédulité publique. Ils s'en servent pour tracer sur des billets blancs, distribués à prix d'argent, des caractères d'abord invisibles, mais qui, soumis à l'action d'une chaleur modérée, apparaissent bientôt, exprimant quelque sentence banale assortie à l'âge, au sexe et à la position présumée des badauds ébahis.

Les plus riches gisements de cobalt sont principalement exploités en Suède, en Saxe et en Norwége. La France possède à peine quelques traces de ce métal dans les Vosges et dans les Pyrénées.

MINERAIS DE MANGANÈSE.

Le *Manganèse* entre dans la composition d'un assez grand nombre de minéraux que l'on recherche, non pour en re-

tirer ce métal à l'état de pureté, car il n'est d'aucun usage dans les arts, mais pour en utiliser les combinaisons naturelles.

C'est principalement le *Peroxyde de manganèse* (*Pyrolusite*) qu'on exploite avec activité; ce minerai est doué d'un éclat métallique; il est gris d'acier ou de fer; la poussière en est noire. On le trouve dans les roches de cristallisation, comme dans les roches sédimentaires, en cristaux prismatiques allongés, ou sous forme mamelonnée, quelquefois en masses compactes, formant des amas plus ou moins étendus. La France en possède plusieurs gîtes, notamment aux environs de Périgueux et de Mâcon, où le peroxyde de manganèse est toujours mêlé à une assez grande quantité de manganèse oxydé barytifère (*Psilomélane*).

A l'état métallique, le manganèse n'existe que dans les laboratoires; il est très-dur, très-cassant et très-réfractaire. On l'obtient en réduisant le peroxyde de manganèse par la chaleur.

On n'a tiré parti jusqu'ici que des oxydes de manganèse. On les emploie dans les arts tels qu'on les extrait du sein de la terre, après leur avoir, toutefois, fait subir quelques préparations mécaniques. On s'en sert dans les verreries pour purifier le verre blanc des teintes jaunes et vertes que lui communique le protoxyde de fer. On en consomme des masses énormes pour la préparation du chlore et de l'eau de javelle, matières très-utiles dans les fabriques de toiles peintes et dans les blanchisseries. Enfin, la propriété dont jouit le peroxyde de manganèse de dégager, lorsqu'il est chauffé dans une cornue, une partie du gaz qu'il contient, est mise à profit dans les laboratoires pour se procurer de l'oxygène.

L'Autriche, la France et différents États de la Confédération germanique présentent, en Europe, les plus riches dépôts connus d'oxyde de manganèse.

MINERAIS DE CHROME.

Le *Chrome* se trouve presque toujours à l'état d'oxyde, quelquefois pur, et alors sa couleur est verte; mais le plus souvent il est combiné avec des oxydes de fer; dans ce dernier cas, c'est une substance noire, qui se rencontre en général dans des roches serpentineuses, où elle forme des nids, des rognons et des amas.

L'oxyde de chrome est une couleur minérale des plus utiles; c'est avec cette substance qu'on colore en vert très-foncé toutes les matières vitreuses, telles que cristal, strass, émaux, etc. Les minerais de chrome servent à préparer des chromates jaunes de potasse et de plomb (*jaune de chrome*) qui sont d'un grand usage dans la peinture à l'huile, ainsi que dans la teinture. Les carrossiers en consomment une grande quantité pour peindre en jaune les caisses de voitures.

A l'état métallique, le chrome s'obtient dans les laboratoires; il est dur, cassant, d'un blanc grisâtre, et n'a aucun emploi dans les arts.

Les gisements chromifères sont assez rares : on cite l'Autriche et la Suède comme les contrées d'Europe les plus riches en chrome. La France en possède quelques traces dans les départements du Var et de Saône-et-Loire.

MINERAIS DE NICKEL.

Le *Nickel* se trouve dans la nature à plusieurs états différents, tels que ceux d'oxyde, de sulfure, d'arséniure, etc. C'est l'*Arséniure de nickel* (*Nickeline*) qui est le plus abondant; ce minerai est rougeâtre, doué d'un certain éclat, se ternissant lentement à l'air. Il accompagne presque toujours les arséniures de cobalt, et on l'exploite en même temps qu'eux. Au moyen de la chaleur, on extrait de l'ar-

séniure de nickel un produit métallique rougeâtre, nommé *speiss;* c'est de ce produit qu'on retire ensuite le nickel.

A l'*état métallique*, le nickel est légèrement poreux; sa couleur, qui ressemble un peu à celle de l'argent, prend sous le brunissoir de l'éclat et du brillant. Il est ductile, malléable et presque aussi magnétique que le fer; il s'allie facilement à plusieurs métaux et leur communique une très-belle couleur, qui imite assez bien celle de l'argent. C'est en combinant le nickel, le zinc et le cuivre dans des proportions convenables qu'on obtient le *Maillechort*, alliage avec lequel on fabrique un grand nombre d'ustensiles culinaires, particulièrement des couverts, qui résistent assez bien aux diverses épreuves de l'économie domestique. Si le nickel était abondant, l'industrie en ferait plus fréquemment usage; car il jouit des propriétés qui rendent un métal utile.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le nickel forme la limite extrême des métaux qui ont reçu dans les arts une application plus ou moins générale. L'emploi de ce métal est même fort restreint et date à peine de quelques années; aussi n'en avons-nous parlé que pour constater cette tendance continuelle de l'esprit humain vers la création de nouvelles richesses. L'énumération des substances métallifères utiles s'arrête donc ici, et clôt en même temps la seconde partie de cet ouvrage.

TROISIÈME PARTIE.

.OGIE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE.

CHAPITRE PREMIER.

De la terre végétale.

tion ; terre locale, terre de transport ; alluvions, atterrissements ; détritus divers.

ologie ne se borne pas à nous faire connaître la com-, l'origine et le gisement des matériaux qui consti-corce terrestre ; les applications qu'on en peut faire istent pas seulement à découvrir, dans le sein de la lle ou telle substance minérale utile. En étudiant la lu sol arable, le géologue agronome peut facilement es terres d'après leur nature minéralogique et trou-noyens d'en modifier les propriétés, de manière à les terres qu'un vice de composition frappe de Il peut découvrir, sous le sol ou à sa surface, s gisements de matières qui, répandues en de cer-roportions, sur les terres improductives, y appor-écondité. Les prodigieux résultats des engrais inor-

ganiques sont aujourd'hui parfaitement constatés, surtout en Angleterre, en Belgique et dans le nord de la France où plusieurs contrées autrefois arides sont devenues, par ce moyen, très-productives. C'est donc de la terre exploitée diversement, soit à la surface, soit à diverses profondeurs, que l'homme retire tous les produits, toutes les richesses qui sont la base de ses travaux et le but constant de ses efforts.

Nous nous proposons, dans cette dernière partie, d'exposer sommairement, mais avec méthode, la formation des diverses terres végétales, leurs caractères, leurs propriétés, leur composition ; puis d'indiquer les engrais inorganiques qu'elles réclament, dans un grand nombre de cas, pour se prêter au développement des plantes. Nous ne suivrons pas le sentier battu des géologues qui, dans un pareil sujet, se contentent de généralités insignifiantes. Nous croyons, au contraire, qu'il faut établir des principes reconnus, constatés par la pratique, et en déduire ensuite des conséquences naturelles pour l'application des engrais inorganiques. Peut-être, pour remplir cette tâche, devrons-nous faire quelques excursions hors du domaine de la géologie ; mais qu'importe, si par ce moyen nous arrivons plus sûrement à notre but?

La *terre végétale*, ainsi nommée parce que c'est dans son sein que s'accomplissent les phénomènes de la végétation, est un mélange de débris extrêmement ténus, résultant de la décomposition et de la trituration des roches. La terre végétale se forme tous les jours aux dépens des masses minérales solides, par l'action des agents érosifs. Il en a été ainsi à toutes les époques. On trouve des traces de végétaux dans les plus anciens terrains sédimentaires, et il est évident que ces végétaux n'ont pu s'y développer sans le concours de la terre végétale.

La terre végétale se compose donc des substances minérales les plus répandues à la surface du globe ; elle contient,

», une légère proportion d'humus provenant de la
›sition des matières organiques. Quelquefois elle est
homogène, comme dans les sols crayeux, siliceux
›ux; le plus souvent, au contraire, elle est hétéro-
contient alors, dans des proportions diverses, la
les éléments terreux.

ıagrégation des roches, même les plus solides, est fa-
ıcevoir; en effet, l'eau s'infiltre dans ces roches par
es qu'elle y rencontre; en se congelant l'hiver elle
e de volume, dilate les parties, et finit, à la longue,
éclater les masses dont les débris sont emportés
orrents.

autre côté, les eaux pluviales, en tombant sur la
nudée des points élevés du globe et sur les escar-
, entraînent les matières pulvérulentes qui s'en dé-
Dans les temps de sécheresse, le vent disperse une
› ces matières minérales sous forme de poussière.
ons incessantes tendent à augmenter continuelle-
paisseur de la terre végétale vers les parties basses
inents et des îles.

ıux se rassemblent dans les ravins, y forment des
qui roulent des fragments de roches diverses, au
les réduire souvent en galets, en sables et en parti-
›s qu'elles entraînent dans leur cours; ces eaux ar-
nsi au fond des vallées; là, un plus large espace,
e moins rapide ralentissent leur vitesse et leur per-
de déposer le sédiment dont elles sont chargées.
iers de petits cours d'eau apportent, tous les ans,
tagnes, cette espèce de tribut dont nous reconnaî-
ntôt l'importance.

néral, la terre végétale est de même nature que les
ninérales solides qui lui servent de base; mais il
ettre de nombreuses exceptions; car souvent elle
n rapport avec les roches qui l'avoisinent ou sur
s elle repose; et, dans ce cas, il faut bien conclure

qu'elle vient de plus ou moins loin. Il y a donc *terre locale* et *terre de transport* : la première, formée sur les lieux par la désagrégation et la décomposition des roches de la contrée; la seconde, au contraire, complétement étrangère par sa nature aux masses minérales qui l'entourent ou la supportent.

On reconnaît, dans les *terres locales*, tous les éléments de la roche fondamentale qui leur a donné naissance; souvent la roche elle-même s'y trouve représentée par plusieurs de ses fragments bien reconnaissables. Quelquefois ces terres n'ont qu'une profondeur insuffisante pour le libre développement des grands végétaux. Vues au microscope, on y reconnaît distinctement tous les éléments des masses solides environnantes; mais cette observation n'est pas constante, et l'on se tromperait singulièrement si, de l'analyse des roches d'une contrée, on croyait pouvoir toujours déduire la composition de la terre de cette contrée. On conçoit, en effet, que la décomposition des roches a quelquefois eu lieu par des actions chimiques qui ont fait disparaître plusieurs de leurs éléments constitutifs; les feldspath, par exemple, qui contiennent de la potasse ou de la soude, abandonnent, en passant à l'état d'argile, la presque totalité de ces alcalis. Le mouvement des eaux pluviales a, d'ailleurs, le plus souvent confondu et mélangé divers produits terreux; en sorte que la carte géologique d'une contrée ne peut donner qu'une idée très-imparfaite de sa carte agronomique. C'est donc à la terre végétale elle-même qu'il faut s'adresser pour en connaître la véritable composition.

Quant aux *terres de transport*, les cataclysmes dont notre globe a été le théâtre, cataclysmes qui ne pouvaient manquer d'imprimer aux eaux de puissants mouvements, nous expliquent suffisamment la présence de ces dépôts arénacés ou limoneux, de ces cailloux roulés qu'on trouve dans un grand nombre de lieux et quelquefois même à des hauteurs considérables. Ces dépôts n'ont point été charriés en



s fois ; tout indique qu'ils sont le résultat d'inon-
ocales, durant lesquelles de violentes érosions ont
pour pulvériser et répartir ensuite, sur le squelette
, cette chair qui devait le revêtir et dans laquelle
égétaux divers devaient trouver leur nourriture.
minant la marche de la nature, on ne tarde pas à
re qu'en général de nouvelles particules terreuses
constamment remplacer celles que les eaux plu-
raînent vers les lacs et vers les mers. On sait avec
cilité se comblent les étangs qui reçoivent le tribut
es cours d'eau. C'est surtout au fond des vallées
rre s'accumule ; celle qui se trouve sur la pente
tagnes et des collines tend toujours à descendre,
est recouverte par la végétation ou plutôt retenue
icines des plantes ; aussi voit-on quelquefois l'agri-
lever des terrasses pour l'y retenir. Dans quelques
montagneuses, où les pentes rapides sont cultivées,
ême obligé de reporter, tous les ans, une certaine
de terre de la partie inférieure à la partie su-
afin de compenser la perte que fait éprouver le
s eaux pluviales.
uite des fortes pluies périodiques, ou de la fonte
s qui couronnent le sommet des hautes montagnes,
es sortent de leurs lits ; on voit alors leurs eaux li-
s s'étendre dans les plaines environnantes et y dé-
sédiments qu'elles tiennent en suspension. C'est
e de ces *alluvions* si fécondes sur les rives du Nil.
ent qu'apporte annuellement ce grand fleuve est
e temps immémorial, et l'on sait qu'il reçoit en-
urd'hui de ses habitants une sorte de culte.
les matières terreuses charriées par les grands
e se déposent pas sur leurs rives en couches fer-
ucoup sont entraînées jusqu'aux embouchures et
posent que lorsque les eaux qui les tiennent en
n se mêlent à celles de la mer. C'est ainsi que se

forment graduellement ces riches deltas, s'élevant au-dessus du niveau de la mer qu'ils éloignent tous les jours davantage de son ancien littoral : Telles sont les embouchures du Mississipi, de l'Orénoque, des Amazones dans l'Amérique; du Gange et de l'Euphrate, en Asie; du Nil et du Niger, en Afrique; du Pô, du Rhône, du Rhin et de l'Escaut, en Europe.

Les particules terreuses que les rivières entraînent à l'époque des crues sont quelquefois utilisées par l'homme pour exhausser les sols marécageux, pour combler des étangs dont le dessèchement serait impossible par des moyens ordinaires. Le cardinal Buoncompagni parvint à combler ainsi les marais des environs de Bologne. Ayant remarqué que le Reno et plusieurs autres cours d'eau, qui descendent des Apennins, dégradaient activement leurs rives formées de terres argileuses et sablonneuses, il résolut de combler, au moyen des détritus que charriaient ces rivières, quelques marais ou lacs marécageux qui infectaient le pays. A cet effet, il fit entourer ces marais de digues élevées; ensuite, à l'aide d'écluses et de canaux, il força le Reno et plusieurs autres cours d'eau moins importants à pénétrer dans les enceintes ainsi préparées. En peu d'années on vit disparaître les lacs et s'élever à leur place un sol parfaitement horizontal; et, comme les sédiments qu'apportaient chacun de ces cours d'eau n'étaient pas également propres à la culture (car les uns se composaient de matières arénacées stériles et les autres de limons fertiles), on mit à profit cette circonstance, en réservant les eaux qui transportaient les limons fertiles pour terminer le comblement.

Ces immenses travaux, couronnés d'un plein succès, provoquent aujourd'hui l'admiration. Ils nous montrent ce que peut exécuter l'homme, lorsqu'il associe sagement ses travaux à ceux de la nature. Ainsi, avec de simples digues, des écluses et quelques canaux, on est parvenu à établir le siége d'une brillante végétation là où croupissaient autre-

marais dont les exhalaisons délétères décimaient
lations.

it que la mer ne cesse d'attaquer et de battre en
es parties saillantes des côtes; elle en transporte
s dans les anses à l'abri du mouvement des flots;
ne ainsi, peu à peu, des plages que les hautes ma-
es peuvent ensuite recouvrir. Ces *atterrissements*
général très-fertiles, les hommes se sont empressés
ltiver; et, pour empêcher que la mer ne vînt dé-
fruit de leurs travaux, ils les ont quelquefois dé-
ır de fortes digues. C'est ainsi que les Hollandais
uis sur la mer ces vastes étendues de terrains qu'ils
t *polders*, et où prospère actuellement une riche
n.

orme aussi, par suite de certains remous dans les
ines voisines des côtes, des dépôts qui, séparant
u de la haute mer certaines étendues couvertes
u profonde, donnent naissance à des lagunes.
es, recevant les alluvions de l'intérieur des terres,
ıtôt entièrement comblées. L'extrême fertilité de
s d'eau douce et d'eau salée prouve combien ce
est favorable au développement des plantes, sur-
ıd la proportion du sel ne dépasse pas certaines

vons vu que le phénomène des *dunes* se développe
ues parties de nos plages maritimes. Toutes les
euses et plates de l'Océan sont exposées à des en-
ents de ce genre; et l'on conçoit que la mobilité
de ces dépôts présente les plus sérieux obstacles
ation. Cependant, on est parvenu à les vaincre,
de, par des plantations habilement dirigées. Dans
ement des Landes, Brémontier imagina aussi de
dunes au moyen de semis de pins maritimes,
et de gourbets. Les deux dernières plantes
protéger les jeunes pins pendant six à dix ans.

Cette opération, qui se continue aujourd'hui sur la côte de la Charente à l'Adour, a dépassé toutes les espérances; et, grâce aux vents d'ouest, dont l'humidité entretient les sables dans un certain état de fraîcheur, on peut déjà prévoir le terme où la plupart de nos dunes seront boisées. Nous n'avons pas d'autre moyen d'arrêter ce fléau destructeur qui a déjà englouti chez nous plusieurs villages.

Pour juger combien les dunes sont redoutables, lorsqu'on n'oppose aucun obstacle à leur mobilité, il suffit de jeter les yeux sur l'Orient qui nous montre aujourd'hui de vastes déserts de sables, là où des débris de monuments historiques attestent qu'il y avait autrefois une nombreuse population. Ces funestes effets vont encore plus loin : les déserts, en s'opposant à la végétation qui favorise la fraîcheur du sol, provoquent le dessèchement des contrées voisines; avec la sécheresse, l'aridité s'étend, gagne de proche en proche, et malheur au sol privé d'un cours d'eau ! car il se ressent tôt ou tard de la fatale influence du voisinage de ces mers de sable.

Tout porte à croire, néanmoins, que, par des travaux habilement dirigés, l'homme peut rendre les dunes propres à certaines cultures. Ne pourrait-on pas, d'ailleurs, amender ces sols siliceux par l'addition de calcaires sous-jacents? Déjà quelques plantations de pins y réussissent; c'est là un point important. Leurs premières années exigent beaucoup de soin; et, à mesure que ces pins meurent, de nouveaux semis deviennent nécessaires. Mais bientôt la nature vient au secours de l'art : le feuillage, en procurant de l'ombre, fixe l'humidité dans le sol qu'il engraisse chaque année par sa chute; la matière organique s'accumule; peu à peu les arbres grandissent, des myriades d'insectes et d'oiseaux s'y réfugient; l'humus, qui manquait à cette terre ingrate, vient enfin la féconder; et, après un temps plus ou moins considérable, elle peut convenir à la culture des tubercules et former des pâturages.

it que la *formation madréporique*, dont le principal 'action est circonscrit dans les mers du Sud, constirand nombre d'îlots à fleur d'eau ou des bancs sous- qui s'agrandissent et s'exhaussent graduellement umulation des matières calcaires que sécrètent les Ce qu'il y a d'important pour nous dans ce travail t, c'est que, dès l'instant où ces accumulations res se montrent au-dessus des flots, la mer les de limons et de débris de plantes marines. Ces vent de retraite à une foule d'oiseaux marins qui nt leurs déjections et finissent par y laisser euxleurs dépouilles. Du sable s'y arrête; des coquilles t; peu à peu le sol s'élève et possède une première le terre végétale. Quelques graines y sont apportées lots ou par les vents; elles y germent, et la végétaléveloppe successivement. C'est probablement ainsi ont boisées la plupart des îles basses reposant sur ts madréporiques.

épôts volcaniques fournissent aussi, par leur désn et leur décomposition, une excellente terre vées wakes, les tufs, les trass, les cendres volcani-., se réduisent facilement en terres propres à la La campagne de Naples et le pourtour de l'Etna beaux exemples de l'action bienfaisante qu'exer- la végétation, les détritus des laves; et c'est nent la fertilité de ces terres qui a poussé quels agriculteurs à affronter le dangereux voisinage ns. Le Vésuve s'étant assoupi, à la fin du quincle, des cultivateurs, enhardis par son silence, nt d'abord ses flancs, puis son sommet, et avaient lanter leurs tentes jusque dans son cratère coubres, lorsqu'en 1630 ce volcan se réveilla plus ue jamais, et reprit son action qui dure encore.

ndité des terres volcaniques paraît provenir de la uantité de potasse et de soude qu'elles contien-

nent. Outre ces deux stimulants favorables à la végétation, elles ont une teinte foncée qui, absorbant plus de chaleur que la teinte blanchâtre, rend ces terres propres aux cultures précoces. C'est sur les anciennes déjections du Vésuve que prospèrent les vignes d'où l'on tire le vin de *Lacryma-Christi*. Les pommes de terre qu'on cultive à Ténériffe, dans des détritus de ponce entièrement dépourvus d'humus, acquièrent en peu de temps un développement considérable; enfin, pour se faire une idée de la fertilité des contrées volcaniques, il suffit de jeter les yeux sur cette belle partie de l'Auvergne qu'on désigne sous le nom de *Limagne;* c'est là qu'on rencontre les plus belles céréales, les arbres fruitiers y déploient une fertilité prodigieuse et la vigne y donne les plus abondantes récoltes.

Tels sont les principaux dépôts terreux qui se forment, de nos jours, aux dépens des masses solides, par l'action combinée des agents érosifs. Ainsi la nature, si admirable dans sa simplicité, augmente et répare sans cesse le domaine de la culture, en introduisant, dans le sol arable, de nouveaux éléments, le plus souvent arrachés aux régions arides et incultes qui constituent les proéminences du globe. Dans cette action incessante de décomposition et de trituration des roches, les silicates divers donnent naissance aux sables siliceux, les feldspaths et les schistes aux sédiments argileux et les carbonates de chaux aux détritus calcaires. Ce sont là les trois principaux éléments terreux que les eaux confondent ou isolent, suivant les circonstances.

Quant à cette matière, que les géologues nomment *humus* et les agriculteurs *terreau*, elle doit son origine à des détritus de végétaux mêlés à des substances animales provenant de la décomposition de restes d'insectes et autres animaux. C'est, en général, la partie constituante des terres fertiles. L'humus se trouve souvent à la place même où il s'est formé; mais il s'accumule plus fréquemment au fond des vallées, à cause de sa légèreté qui le rend susceptible d'être

facilement entraîné par les eaux pluviales. On en reconnaît l'abondance à la couleur brune qu'il communique à la terre; car la terre serait, le plus souvent, blanchâtre comme le sont la plupart des roches pulvérisées, si elle n'était colorée en noir par l'humus et en rougeâtre par l'oxyde de fer.

Nous venons de passer rapidement en revue les différents moyens que la nature emploie pour produire la terre végétale. Nous avons vu que cette terre diffère de nature, selon les matériaux qui en ont fourni les éléments, et que, par conséquent, elle est susceptible de plus ou moins de fertilité, selon qu'elle contient, en proportions plus ou moins avantageuses, les éléments minéralogiques nécessaires au libre développement des plantes.

Dans le chapitre suivant, nous examinerons successivement ces éléments au point de vue agricole, et nous chercherons à reconnaître les propriétés de chacun d'eux, afin de nous faire une idée raisonnée de l'effet de leur mélange sur la végétation.

CHAPITRE II.

—

Des principaux éléments du sol et de leur influence sur la végétation.

Silice, argile, calcaire, marne, magnésie, humus, gypse, sel marin, oxyde de fer, potasse, soude, phosphates, eau, azote, oxygène.

Il n'y a pas encore longtemps, dit M. de Gasparin, qu'on révoquait en doute l'importance de la composition minéralogique des terres dans l'acte de la végétation, parce qu'à force d'engrais organiques on était parvenu à faire croître quelques plantes dans toutes sortes de matières et jusque dans du quartz ou du charbon pilé; mais on avait oublié ce fait important que, si les engrais suppléaient en partie aux substances minérales absentes, c'est qu'ils les contenaient toutes en doses plus ou moins convenables. Il est vrai qu'on a pu faire végéter quelques plantes dans des matières stériles entièrement dépourvues de détritus organiques; mais alors les éléments puisés dans l'atmosphère et dans l'eau concouraient seuls à la nutrition de ces plantes, et leur développement était incomplet. Aujourd'hui, en présence des améliorations merveilleuses que produisent la marne, la chaux et le plâtre, il faut bien reconnaître la grande influence qu'ont sur la végétation certaines substances minérales ajoutées au sol où elles manquent.

Les plantes vivent aux dépens de l'air qui les environne et du sol où elles sont implantées: l'air leur fournit les éléments nécessaires à la respiration; le sol, les éléments qui



base de la nutrition. Un végétal, comme tout corps
peut être considéré comme un laboratoire où s'opè-
verses réactions chimiques; si ces réactions vien-
diminuer ou à cesser dans quelques-unes de ses
, ou dans toutes à la fois, il y a diminution ou ces-
partielle ou totale des fonctions vitales; alors la dé-
sition commence, et la plante languit ou meurt. Au
re, cette même plante croît et se développe avec
: lorsqu'en des conditions normales elle peut li-
ıt élaborer dans ses organes et s'assimiler cette par-
la matière brute prédestinée à l'entretien de la vie.
n vertu de ce principe assimilateur que la matière
ıique, épurée par la force vitale, forme des tissus,
sseaux, etc., ou du moins concourt à leur dévelop-
t.

ıqu'une graine mise en terre est soumise aux actions
ıées de l'eau, de l'air et de la chaleur, elle se gonfle;
ylédons s'écartent, la radicule pénètre dans le sol,
ɜmmule, développant ses premières feuilles, soulève
e en se dirigeant vers la lumière. Dans ce premier
ı la vie végétale, la matière amilacée des cotylédons
ıge en gomme et en sucre destinés à la nourriture et
ɜloppement de l'embryon; ces substances sont pour la
ce qu'est le lait pour les mammifères dans leur pre-
ge. Mais quand la germination est achevée, la jeune
vit directement aux dépens de l'air, de l'eau et du
s feuilles, organes respiratoires, puisent dans l'air le
e qui constitue la fibre végétale; ses racines aspi-
ıar l'intermédiaire des spongioles terminales, les li-
dont le sol est humecté et où se trouvent en disso-
les substances alcalines et salines, destinées à cons-
la séve, qui est le sang des végétaux. Les plantes, ce-
ıt, ne puisent pas indistinctement dans le sol tous les
ıi s'y trouvent; chaque espèce choisit et s'approprie
ıent ceux qui, dissous ou transformés, conviennent

à son organisation. Aussi, quelque assaini que soit le sol, quelque parfaits que soient les labours, quelque favorables que soient les conditions climatériques, si chaque espèce végétale ne trouve pas dans le sol, en quantité suffisante, les éléments nécessaires à sa nourriture, son développement est toujours incomplet.

Puisque les plantes puisent dans le sol diverses substances minérales qu'elles transportent dans leurs organes, on comprend que, par l'incinération, on peut constater la nature et la quantité de ces substances incombustibles qu'elles s'incorporent. Pour y parvenir, on amène d'abord les plantes à un état convenable de dessiccation en les soumettant à une température d'environ 110°; puis l'on opère la combustion dans un petit fourneau de terre, ordinairement cylindrique, en chauffant au rouge naissant jusqu'à l'entière disparition du charbon; alors il ne reste plus que des cendres, lesquelles représentent les substances minérales enlevées au sol. Ces cendres, dont la composition et la quantité varient pour chaque espèce de plantes, sont lessivées avec soin; on cherche les sels enlevés par l'eau, et l'on fait l'analyse des substances non dissoutes. C'est en suivant cette marche qu'un savant agronome, à la fois théoricien et praticien, est parvenu à se rendre compte des engrais inorganiques que, chaque année, les diverses cultures enlèvent à la terre. Nous reproduisons dans le tableau suivant le résultat de ses analyses.



COMPOSITION DES CENDRES PROVENANT DES PLANTES RÉCOLTÉES A BECHELBRONN (BAS-RHIN), PAR M. BOUSSINGAULT.

(*Économie rurale*, tome II, page 327.)

SUBSTANCES DONT LES CENDRES ONT ÉTÉ ANALYSÉES.	ACIDES			Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.	Oxyde de fer alumine.	Charbon, humidité, perte.
	Carbonique	Sulfurique.	Phosphorique								
Pommes de terre......	13,4	7,1	11,3	2,7	1,8	5,4	51,5	traces	5,6	0,5	0,4
Betteraves champêtres..	16,1	1,6	6,0	5,2	7,0	4,4	39,0	6,0	8,0	2,5	4,2
Navets..............	14,0	10,9	6,1	2,9	10,9	4,3	33,7	4,1	6,4	1,2	5,5
Topinambours........	11,0	2,2	10,8	1,6	2,3	1,8	44,5	traces	13,0	5,2	7,6
Froment............	0,0	1,0	47,0	traces	2,9	15,9	29,5	traces	1,3	0,0	2,4
Paille de froment......	0,0	1,0	3,1	0,6	8,5	5,0	9,2	0,3	67,6	1,0	3,7
Avoine..............	1,7	1,0	14,9	0,5	3,7	7,7	12,9	0,0	53,5	1,3	3,0
Paille d'avoine........	3,2	4,1	3,0	4,7	8,3	2,8	24,5	4,4	40,0	2,1	2,9
Trèfle...............	25,0	2,5	6,3	2,6	24,6	6,3	26,6	0,5	5,3	0,3	0,0
Pois................	0,5	4,7	30,1	1,1	10,1	11,9	35,5	2,5	1,5	traces	2,5
Haricots............	5,3	1,3	26,8	0,1	5,8	11,5	49,1	0,0	1,0	traces	1,1
Fèves...............	1,0	1,6	34,2	0,7	5,1	8,6	45,2	0,0	0,5	traces	3,1

D'après ce qui précède, les plantes se trouvent dans le même cas que certains animaux dont la vie ne parcourt ses différentes périodes qu'autant que ces mêmes animaux trouvent à proximité la nourriture et les conditions météorologiques qui conviennent à leurs organes. Si l'on regarde les feuilles comme les poumons des végétaux, les tiges comme leurs corps, et les racines comme leurs bouches, on voit tout de suite qu'une plante ne peut pas trouver la même nourriture dans deux terres qui diffèrent essentiellement de composition; et il ne saurait en être autrement, puisque c'est plus particulièrement dans le sol que les végétaux absorbent les substances qui font la base de leur alimentation. Ainsi que les animaux, les plantes prospèrent, dépérissent ou meurent, suivant la nourriture qu'on leur fournit; et, de même qu'un aliment convient à certains animaux et non à certains autres, de même aussi le sol qui nourrira certains végétaux pourra ne convenir nullement à d'autres végétaux. Ces observations montrent la nécessité de bien connaître la nature du sol qui convient le mieux à la plante qu'on se propose de cultiver. Or, comme en général la nature du sol dépend de celle des roches qui le supportent ou qui l'avoisinent, il faut, de toute nécessité, qu'un bon agriculteur sache distinguer la composition minéralogique et les propriétés chimiques et physiques du terrain dont il cultive la surface.

Les récents progrès de la chimie ayant fait connaître, par l'analyse des plantes, les substances diverses que les végétaux s'assimilent dans le cours de leur existence, l'étude succincte de chacune de ces substances, au point de vue agricole, nous permettra de recueillir des documents précieux sur leur action dans l'acte de la végétation, et d'en déduire ensuite des conséquences lorsque nous traiterons des amendements.

La *Silice* est l'élément terreux le plus répandu; elle provient, en grande partie, de la désagrégation des roches

quartzeuses, et se trouve indistinctement mêlée dans la terre avec divers silicates. Les eaux des sources, des puits et des rivières en contiennent presque toujours plus ou moins en dissolution. A l'état pulvérulent, le sol siliceux s'échauffe facilement; il est très-perméable à l'air et à l'eau : aussi les sables siliceux sont-ils presque toujours secs et arides. Ils ne sont productifs qu'à force d'engrais et d'arrosages.

A l'instant où elle cesse de faire partie d'une combinaison, c'est-à-dire quand elle est à l'état naissant, la silice est soluble dans les acides, dans les alcalis, et même dans l'eau; elle devient alors susceptible d'être aspirée par les racines des végétaux.

Cette substance s'accumule notamment sur les nœuds des tiges des graminées, où elle forme des concrétions. C'est la silice qui compose l'extérieur luisant de la paille; les végétaux lui doivent la dureté de quelques-unes de leurs parties; mais là ne se borne pas le rôle que joue cette substance, et c'est particulièrement sous le rapport mécanique, c'est-à-dire par l'aptitude qu'elle a de diviser la terre, et, par conséquent, d'y faciliter l'accès de l'air et de l'eau, que la silice est d'une grande importance en agriculture.

L'*Argile*, comme il a déjà été dit, est une terre grasse et onctueuse; sa ténacité est toujours en raison de l'alumine qu'elle contient. Elle perd la propriété de faire pâte avec l'eau, lorsqu'elle a été fortement chauffée; aussi devient-elle propre, ensuite, à ameublir un sol trop consistant. Une des propriétés remarquables de l'argile est la faculté qu'elle a de retenir les gaz ammoniacaux entre ses particules : ainsi le sol argileux s'empare des premiers engrais organiques qu'il reçoit sans produire d'abord aucun effet bien sensible; mais, après plusieurs fumures, il est amené à un état complet de fertilité.

L'argile retient trop l'eau; dans les saisons sèches, les plantes y souffrent moins qu'ailleurs; mais aussi, dans les saisons pluvieuses, les racines, constamment baignées, et

par conséquent non aérées, y entrent facilement en décomposition. L'argile joue un rôle important dans le sol; mais ce rôle est presque tout mécanique, bien que son alumine entre quelquefois en quantité assez notable dans l'alimentation de quelques plantes. Le principal caractère de l'argile est d'apporter au sol du liant, de la consistance et des propriétés hygroscopiques.

Le *Calcaire* se trouve répandu dans la plupart des terres; quelquefois le sol en est presque entièrement composé, et alors cette surabondance est nuisible, comme il arrive, du reste, à tous les sols composés d'un seul élément minéralogique. Le calcaire est doué de bonnes propriétés physiques; il n'offre jamais ni la consistance rebelle de l'argile, ni la grande perméabilité souvent fâcheuse de la silice. On a constaté qu'il suffit d'ajouter une petite dose de calcaire aux terres qui n'en contiennent pas ou qui en contiennent peu pour augmenter leur rapport. Appliqué aux terres siliceuses, le principe calcaire leur donne de la consistance; mêlé aux argiles, il les ameublit, et, par conséquent, leur fait perdre leur imperméabilité, si défavorable à la végétation. Au point de vue chimique, le calcaire est très-important; il entre, en effet, comme élément nutritif dans le corps d'un grand nombre de végétaux. A l'aide du microscope, M. Payen a pu distinguer dans les feuilles, dans les tissus de diverses plantes, des concrétions calcarifères.

La *Marne*, on le sait, n'est autre chose qu'un calcaire renfermant de l'argile, quelquefois de la silice, dans des proportions variables. Soumise à l'action d'un acide, la dissolution du calcaire s'opère avec effervescence, il en résulte l'isolement de l'argile, qui, alors, vue au microscope, présente des particules d'une finesse extrême. C'est à ce mélange intime de l'argile et du calcaire que la marne doit la faculté de se réduire en poussière par l'humidité, à cause du changement de volume qu'acquiert l'argile en s'imbibant d'eau.

L'emploi de la marne, en agriculture, a principalement pour objet d'ajouter le principe calcaire aux sols qui en sont dépourvus, et de le leur fournir sous une forme pulvérulente très-favorable à la végétation. Ses effets sont ceux que nous avons déjà signalés en parlant du calcaire. Les marnes ont une action d'autant plus énergique qu'elles contiennent plus de carbonate de chaux, et il est évident qu'on doit appliquer, de préférence, les marnes argileuses sur les sols arénacés, et les marnes siliceuses sur les sols argileux, afin d'obtenir de bons résultats mécaniques.

La *Magnésie*, associée aux autres éléments de la terre végétale, se rencontre le plus souvent sous forme de carbonate : c'est une substance tendre, à texture compacte, dont la couleur est blanchâtre, jaunâtre ou grisâtre ; on la trouve avec plus ou moins d'abondance dans les vallées arrosées par les torrents qui descendent des montagnes dolomitiques.

Les cendres des végétaux cultivés dans les sols magnésiens renferment du carbonate de magnésie, au lieu de carbonate de chaux; car ces deux carbonates, jouissant de propriétés chimiques analogues, peuvent se substituer l'un à l'autre. Mais le carbonate de magnésie ayant plus d'affinité pour l'eau, sa présence dans la terre arable tend à la rendre plus fraîche, plus légère et plus accessible aux agents atmosphériques que ne le ferait, dans les mêmes conditions, le carbonate de chaux lui-même.

La magnésie, d'après les observations de Bergmann et de plusieurs autres agronomes, entre pour une quantité notable dans la composition des terres les plus fertiles ; le limon de la vallée du Nil, celui de différents sols du Languedoc, considérés comme excellents, en renferment de sept à douze centièmes. Thaer cite une marne d'une fertilité extraordinaire, qui a donné à l'analyse jusqu'à un cinquième de carbonate de magnésie. Cependant les terres où le carbonate de magnésie prédomine sur les autres éléments ter-

reux, comme, par exemple, les sols uniquement form[illegible] de débris dolomitiques, ne portent qu'une végétation [illegible] guissante. C'est, nous le répétons, ce qui a lieu dans tous [illegible] sols homogènes presque entièrement composés d'une [illegible] espèce minérale, par la raison bien simple qu'alors les [illegible] gétaux y trouvent rarement en quantité suffisante les [illegible] éléments nutritifs.

L'*Humus* que contient le sol joue un grand rôle dans l[illegible] de la végétation; car le carbone que s'assimilent les [illegible] gétaux n'est pas uniquement pris à l'acide carbonique [illegible] l'atmosphère; les racines s'emparent, dans le sol et [illegible] l'eau, de ce gaz résultant de la décomposition des [illegible] organiques. La première fonction de l'humus con[illegible] fournir aux jeunes plantes de l'eau chargée d'acide ca[illegible] nique, action très-importante, surtout dans la premi[illegible] riode de leur accroissement; mais, parvenues à une [illegible] taine croissance, c'est principalement dans l'atmo[illegible] que les plantes puisent leur carbone; et comment en [illegible] il autrement, lorsqu'on voit l'énorme quantité de cette [illegible] stance que se sont appropriée les arbres séculaires? [illegible] doute, quand germa le gland qui a produit le chêne, le [illegible] sur lequel il était tombé ne renfermait pas la millioni[illegible] partie du carbone que le chêne entier renferme aujo[illegible] d'hui. C'est donc l'acide carbonique de l'atmosphère qu[illegible] fourni le reste, c'est-à-dire la masse presque entiè[illegible] M. Boussingault a vu des feuilles de vigne, renfermées [illegible] un ballon, s'emparer de l'acide carbonique qu'on dirig[illegible] dans ce vase. Le carbone ne manque jamais aux plantes[illegible] c'est l'élément dont elles sont le mieux pourvues; [illegible] dans certaines conditions, il ne leur est pas indifférent [illegible] le recevoir sous une forme plutôt que sous une autre.

Outre le carbone, l'humus contient aussi des sels de p[illegible] tasse, de soude et de l'azote, qui sont un puissant auxili[illegible] pour nourrir et activer la végétation des plantes à toutes [illegible] époques de leur vie.

En général, les terres fertiles contiennent de cinq à huit centièmes d'humus. La fertilité peut se manifester sans cette condition ; mais alors on est forcé d'y suppléer annuellement par des engrais organiques. Plusieurs contrées sont soumises à des inondations périodiques, apportant sans interruption ce bienfaisant humus, qui forme, comme nous l'avons déjà dit, la principale base de la fécondité des terres.

Le *Gypse* (sulfate de chaux) et le *Plâtre* (gypse qui, par la cuisson, a perdu son eau de combinaison) exercent l'un et l'autre une action importante sur la végétation. Il suffit de répandre sur les herbages et sur les prairies une certaine proportion de plâtre pour obtenir des effets remarquables. Le gypse a des propriétés aussi efficaces ; et même, dans quelques pays, on croit que la cuisson en diminue l'énergie. C'est surtout aux États-Unis que les agriculteurs apprécient l'efficacité du sulfate de chaux ; l'emploi en est devenu si général, que, chaque année, on y transporte une grande quantité de plâtre des environs de Paris. On sait que Franklin en popularisa l'usage aux environs de Washington, en écrivant, avec cette poudre blanche, sur un champ ensemencé de luzerne : *Ceci est plâtré*. Grande fut la surprise quand on vit plus tard s'élever, en beau vert foncé, les plantes qui avaient reçu le bienfaisant engrais, tandis que celles qui, dans le même champ, en avaient été privées, restèrent comparativement chétives et comme étiolées.

Le gypse et le plâtre ne produisent pas d'action sensible sur les céréales et sur la plus grande partie des graminées ; ils n'agissent pas non plus sur tous les sols, particulièrement sur les alluvions récentes ; et cela parce que ces dépôts contiennent presque toujours du sulfate de chaux ; car, règle générale, tout engrais minéral qu'on introduit dans le sol ne produit un effet bien appréciable que sur les terres qui en sont totalement dépourvues, ou qui n'en contiennent qu'une dose insignifiante.

Le plâtre, mélangé avec deux ou trois fois son volum
terre fine, puis répandu dans les écuries, les étables,
très-propre à absorber le purin et les sels ammoniacau
s'y trouvent. Cet usage est éminemment utile, car les
des engrais organiques sont malheureusement suscep
de se volatiliser.

Le *Sel marin* se trouve incorporé à la terre en très-
proportion ; quelquefois on en reconnaît la présence à l
midité qu'il produit dans le sol, et à son efflorescence
surface pendant les fortes chaleurs. Des observatio
rectes ont constaté que cette substance est utile à la v
tation dans toutes les terres humides ; mais, pour qu
agisse avec efficacité, il faut lui associer le principe
au moyen d'engrais organiques. En général, les
riences de M. Becquerel démontrent que le sel agit s
végétaux, et devient partie constituante des grain
tiges et des feuilles. Toutes les céréales donnent
un chlorure alcalin, soit de potassium, soit de sodium.
prédilection des végétaux pour tel ou tel sel tient peut-
à des phénomènes d'endosmose, en vertu desquels cert
liquides traversent plus ou moins facilement les membr
de ces végétaux.

Pour être favorable à la végétation, le sel marin ne doit
trouver dans la terre qu'en petite proportion, environ u
deux centièmes ; au delà de cette quantité, le sol comme
à devenir rebelle. Dans le Morbihan, où l'on sème quelq
fois le froment dans des terrains envahis par les eaux de
mer, on a observé que, lorsque les pluies dessalent en p
tie ces terrains, le froment y devient très-beau ; le contr
arrive lorsqu'il y a peu de pluie : d'où M. Puvis tire la co
séquence qu'une quantité modérée de sel est utile à la c
ture du froment, tandis qu'une forte proportion lui est n
sible.

D'après quelques agronomes, cependant, l'application
sel marin, comme engrais, ne serait pas favorable à la v

gétation. Cette différence d'opinion tient à ce que les expériences n'ont pas été faites dans les mêmes conditions et sur des sols ayant les mêmes propriétés physiques et la même composition chimique. Tout porte à croire que l'état hygroscopique du sol joue un grand rôle dans l'action du sel sur les végétaux; et c'est, en grande partie, à l'absence d'humidité des terres sur lesquelles divers expérimentateurs ont opéré qu'il faut attribuer le peu de succès qu'ils ont obtenu. Mais aujourd'hui il est bien constant que le sel marin est nécessaire à l'économie végétale et animale; aussi le trouve-t-on partout où il existe des animaux et des végétaux.

L'*Oxyde de fer*, qui colore de teintes si variées la plupart des terres arables, semble exercer aussi sur la végétation une action bienfaisante. Il résulte des expériences de M. E. Gris que les composés solubles de fer peuvent servir avantageusement à traiter certaines affections pathologiques des plantes, telles que la débilité, l'étiolement, la consomption végétale, etc. En effet, si l'on administre à une plante malade des arrosements au chlorure ou au sulfate de fer, huit ou quinze jours après on la voit se ranimer, ses nouvelles feuilles s'épanouissent vertes et vigoureuses, et la plante est guérie. On peut tenter ces expériences en toutes saisons, dans les serres; mais elles paraissent avoir plus de chance de succès au printemps. Elles ont réussi sur de jeunes mûriers, figuiers, pêchers, poiriers, etc. Dans des essais faits en petit, le blé soumis au régime du fer avait une avance de huit ou dix jours sur celui qui en avait été privé; il paraissait aussi plus sain et plus vigoureux.

Puisqu'il se trouve en petite quantité dans la plupart des plantes alimentaires, l'oxyde de fer peut être considéré, sinon comme un de leurs aliments indispensables, du moins comme un stimulant nécessaire à la végétation. Son action est surtout manifeste sur le principe colorant des feuilles. C'est d'ailleurs aux oxydes de fer à différents degrés que les

terres doivent une couleur rougeâtre qui les rend propres à s'échauffer; celles qui n'en contiennent pas sont généralement blanchâtres, et les récoltes y sont plus tardives. On attribue aussi aux oxydes de fer la propriété d'attirer et de retenir, comme les argiles, les gaz ammoniacaux des engrais organiques; « peut-être même, dit M. de Gasparin, les argiles doivent-elles cette faculté au mélange de ces oxydes, et ce qui me le ferait penser, c'est la fertilité plus grande des argiles colorées; mais, pour trancher la question, il faudrait des expériences directes qui n'ont pas encore été faites; et jusqu'à présent on ne peut attribuer cette fertilité des terres d'une teinte foncée qu'à l'action de la chaleur sur la végétation. »

Indépendamment de l'eau et de certains gaz que renferme le sol, la terre végétale contient le plus souvent, en petites proportions, des sels, des alcalis, qui exercent la plus grande influence sur la végétation; tels sont la potasse, la soude et quelques phosphates.

La *Potasse* se trouve abondamment dans les cendres de la plupart des plantes; elle doit donc exister dans le sol qui la transmet aux végétaux. C'est, en effet, ce qui a lieu. Quelques terres, cependant, en sont complétement privées; et l'on a reconnu que c'est précisément sur ces terres que les cendres employées comme engrais produisent les plus beaux résultats, ainsi qu'il est facile de le pressentir. Au contraire, dans les sols riches en potasse, l'action des cendres est presque nulle. Ceci confirme le principe que nous avons déjà établi, savoir : que l'addition d'un engrais minéral quelconque n'a pas ou presque pas d'influence sur la végétation d'un sol qui contient cet engrais en quantité suffisante.

Un assez grand nombre de terres possèdent, en proportions diverses, une légère dose de potasse; et c'est sans doute à cause de l'absence de cet alcali que quelques terres se montrent si ingrates. L'herbe pousse avec vigueur et

ıure sur les détritus granitiques. Un simple arro-essive produit sur le gazon des effets prodigieux. nples prouvent l'action stimulante de la potasse; rincipe se rencontre dans le granite comme dans 'es végétales.

ıde, autre alcali favorable à la végétation, existe betite proportion dans quelques terres fertiles. On ve dans la composition d'un grand nombre de ; mais moins abondamment que la potasse, qui agriculture, un rôle beaucoup plus énergique. Les ;oltes que l'on obtient sur quelques sols légèrement ıt en partie dues à l'intervention de la soude ré-e la décomposition du sel marin. Du reste, tout ce dit de la potasse s'applique à la soude ; et, en ce ərne la nutrition d'un grand nombre de plantes, la ; susceptible de remplacer la potasse.

hosphates de chaux et de magnésie sont, après les ins, les éléments les plus abondants des cendres es herbacées. Le phosphate de chaux, qui est so-ıs l'eau chargée d'acide carbonique, exerce surtout) d'influence sur l'acte de la végétation; il pénè-les plantes à la faveur de l'acide carbonique, ou ıide du sel marin, qui facilite également sa dissolu-; l'eau. On a trouvé que cent kilogrammes de blé ent environ un kilogramme de phosphates de chaux gnésie.

osphate de chaux se trouve dans le sol arable en e quantité; il y est apporté, le plus souvent, par des ırganiques; quelquefois, cependant, il fait naturel-ıartie de la composition du sol, et provient alors ənts fossiles enfouis à des époques diverses.

ırpente osseuse des animaux étant en partie formée phate de chaux, ce fait donnait à penser qu'on de-ouver cette substance dans les végétaux qui sont la l'alimentation de beaucoup d'animaux, et la recon-

naître aussi dans le sol qui peut seul la transmettre aux végétaux. Des expériences tentées dans cette direction ont pleinement confirmé la justesse de cette théorie. Le lait contenant aussi une assez forte dose de phosphate de chaux, on peut également conclure que l'alimentation des vaches laitières en enlève au sol une certaine quantité qui ne lui est pas toujours restituée par les engrais. Le fait suivant vient appuyer ce raisonnement.

Un agronome anglais, voyant dégénérer ses vaches, malgré les abondantes fumures qu'il répandait sur ses prairies, résolut de rendre directement à la terre le phosphate de chaux que le pâturage des animaux lui avait enlevé. A cet effet, il fit répandre sur le sol des os pulvérisés. En peu de temps, il parvint ainsi à rétablir ses prairies ruinées, et à réintégrer dans leur état normal les vaches qui y paissaient. Depuis cette époque, les agriculteurs anglais continuent à restituer à la terre, par le même moyen, le phosphate de chaux que les animaux lui enlèvent. Il en est de même en Allemagne, où l'on fait un grand usage des os réduits en poudre à l'aide de machines. On en répand, tous les deux ou trois ans, environ quinze à quarante hectolitres par hectare.

La terre renferme aussi de l'*Eau*. Tout le monde sait que ce liquide est le résultat de la combinaison de deux gaz, savoir : deux volumes d'hydrogène et un d'oxygène. Le rôle que joue l'eau dans la végétation est un des plus importants. La plupart des autres éléments peuvent manquer ou se substituer les uns aux autres ; mais, d'après M. de Gasparin, il en est trois qu'on rencontre dans toutes les plantes, et qu'on peut regarder comme leur base constante : c'est le carbone, l'oxygène et l'hydrogène.

Les plantes peuvent s'emparer de l'oxygène de l'air pendant la nuit ; quant à l'hydrogène, elles ne peuvent l'obtenir que par la décomposition de l'eau répandue à l'état de vapeur dans l'atmosphère, ou bien de celle qui humecte le

sol. C'est l'eau, d'ailleurs, qui dissout les sels disséminés dans la terre, et les met ainsi à la disposition des végétaux; car on doit bien penser que les éléments nutritifs qui entrent dans le corps des plantes n'y pénètrent qu'à l'état liquide ou gazeux.

L'eau tient toujours en dissolution un peu d'air; et cette condition est si importante aux végétaux, que, dès que ce liquide est chargé de matières putréfiées qui lui enlèvent son oxygène, il devient moins propre à la végétation; aussi les eaux de marais, les eaux croupissantes et sans mouvement, sont-elles moins fertilisantes que les eaux courantes. L'eau de pluie, étant la plus aérée, est par conséquent la meilleure.

L'*Azote* existe en diverses proportions dans toutes les bonnes terres. Ce gaz est absorbé par les végétaux; on le retrouve assez abondamment dans les tiges vertes des plantes. Autrefois on faisait de l'azote l'attribut spécial du règne animal; mais aujourd'hui il est bien constaté que les animaux le prennent aux végétaux, et que les végétaux eux-mêmes l'absorbent soit dans le sol, soit dans l'air. MM. Boussingault et Payen ont démontré qu'en général les besoins d'engrais azotés étaient proportionnels aux parties d'azote soustraites à la terre par les récoltes; mais on a reconnu en même temps que certaines plantes alimentaires sont plus ou moins aptes à s'emparer de l'azote de l'air. Les récentes expériences de M. Ville à ce sujet autorisent à penser que ce gaz, qui forme les quatre cinquièmes de l'atmosphère, joue dans la végétation un rôle beaucoup plus considérable que celui qu'on lui a attribué jusqu'à ce jour. Ce chimiste, en effet, vient de démontrer que l'air concourt directement par son azote à la nutrition des plantes. Toujours est-il que c'est plus particulièrement dans le sol, dans les sels ammoniacaux des fumiers, que les céréales pompent la plus grande partie de ce gaz; en sorte que, si les sources d'azote n'étaient pas sans cesse renouvelées par

des engrais organiques, les terres fertiles s'épuiseraient peu à peu et deviendraient improductives.

On a cité quelquefois des sols ayant produit d'abondantes récoltes sans jamais recevoir d'engrais organiques. Le fait n'est vrai que pour un certain laps de temps, et dans les terres vierges de l'Amérique; car, si l'on continue à recueillir des produits, sans rendre à la terre les éléments que les plantes lui ravissent chaque année, on aboutit à l'appauvrissement complet du sol; comme il est arrivé dans quelques contrées de la Virginie, qui ne donnent actuellement ni froment ni tabac. L'Irlande se trouve à peu près dans le même cas. L'imprévoyance, l'aveugle avidité, épuisent promptement un trésor de fécondité que la nature avait lentement grossi par une accumulation successive de divers détritus. Les engrais organiques sont donc la restitution au sol, dans une proportion plus ou moins exacte, des éléments de fécondité que les récoltes absorbent. Si les fumures ne sont pas en rapport avec les produits, l'équilibre est rompu; et l'on ne peut le rétablir qu'en faisant l'énumération des récoltes, et en se rendant compte de la quantité des diverses substances qu'elles ont pu enlever au sol, afin de les lui restituer en bloc; d'où il suit qu'il faut donner au sol une quantité d'engrais d'autant plus grande que les récoltes obtenues sur ce même sol ont été plus abondantes.

L'*Oxygène*, dans la terre, est aussi un principe essentiel de la végétation. Ce gaz, qui se trouve plus particulièrement dans l'argile et dans l'humus, est absorbé et introduit dans les plantes par l'intermédiaire de l'eau et des racines. Si les sous-sols qu'on ramène quelquefois à la surface sont momentanément infertiles, c'est parce qu'à une certaine profondeur la terre est entièrement privée du bienfaisant contact de l'atmosphère, et qu'en de telles conditions elle ne peut absorber de l'oxygène. Mais ces mêmes sous-sols acquièrent graduellement de bonnes qualités, et

sont susceptibles d'être cultivés avec succès, lorsqu'ils ont été exposés une ou deux années au contact de l'air, qui leur cède alors le principe oxygéné dont ils étaient dépourvus. La jachère, ou le repos du sol, a principalement pour but de faciliter à la terre l'absorption de l'oxygène.

L'air agit aussi, quoique moins énergiquement, sur les racines des plantes ; aussi la terre doit-elle être meuble, afin que l'air puisse y pénétrer sans obstacles. Les labours sont les moyens les plus simples et les plus économiques pour obtenir la perméabilité du sol ; les pierrailles, les graviers, etc., que l'on incorpore quelquefois au sol, pour diviser la terre, produisent le même effet.

Nous venons d'exposer sommairement les propriétés agricoles des éléments qui entrent dans la terre végétale ; on pourrait, à la rigueur, signaler encore plusieurs autres principes, mais qui n'ont pas la même importance ; ils s'y trouvent d'ailleurs en si faible proportion, qu'il serait superflu de s'y arrêter.

Les substances minérales que nous venons de passer en revue, non-seulement cèdent aux végétaux les principes qui sont la base de leur nutrition, mais quelquefois elles produisent, sans s'incorporer dans les plantes, une excitation favorable à la vie végétale. Il est constant d'ailleurs que la plupart des éléments terreux se décomposent dans le sol, et qu'il en résulte des réactions chimiques propres à isoler les substances que les végétaux sont prédisposés à s'assimiler.

Nous pouvons maintenant nous faire une idée des modifications qu'apporte au sol la prédominance de tel ou tel élément terreux. Nous pouvons aussi établir une classification des terres, fondée sur la composition des substances minérales le plus abondamment répandues à la surface du globe : c'est ce que nous ferons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III.

—

Classification des terres ; leurs caractères généraux.

Terres siliceuses, argileuses, calcarifères, humifères. — Analyse sommaire du sol.

En partant de ce principe connu que la terre végétale est le résultat de la désagrégation et de la décomposition de toutes les roches de la surface, et que celles-ci sont, en très-grande partie, composées de silice, d'alumine et de calcaire, il est évident qu'abstraction faite de quelques autres substances secondaires, les terres renfermeront le plus souvent ces trois éléments principaux dans des proportions variables, c'est-à-dire qu'elles seront plus ou moins siliceuses, argileuses ou calcarifères, selon que prédominera l'un de ces trois principes. C'est, en effet, ce qui a lieu ; et c'est du mélange de ces trois substances avec l'humus que résulte la fertilité, chacune de ces substances prise séparément étant comparativement stérile.

Dans un ouvrage élémentaire comme celui-ci, où nous ne pouvons que généraliser, nous diviserons seulement les terres végétales en quatre grands groupes principaux, en les désignant par la substance minérale qui prédomine dans leur composition. Nous aurons ainsi :

Les terres siliceuses ou sableuses ;
Id. argileuses ou glaiseuses ;
Id. calcarifères ou calcaires ;
Id. humifères ou tourbeuses.

aque sol appartient, par son élément principal, à l'une s quatre divisions, qui se lient évidemment entre elles :es espèces intermédiaires. Lorsque plusieurs de ces ɜ éléments principaux sont associés dans des propor- à peu près égales, rien ne s'oppose à ce que la dénomi- ı s'effectue au moyen d'un nom composé : ainsi une qui a pour base l'argile et le calcaire prend le nom *lo-calcaire;* celle qui présente, dans des proportions près égales, le calcaire, l'argile et la silice, reçoit celui *!caréo-argilo-siliceuse*, etc.

, *Terres siliceuses* sont, en grande partie, composées illoux roulés ou de sables, à grains quelquefois ex- ment fins. Ne retenant pas l'eau et étant très-per- es à l'air, elles sont exposées à la sécheresse, qui ı promptement les racines et finit par dessécher les s. Un sol trop siliceux ne peut que difficilement con- des substances solubles, si nécessaires à l'alimen- végétale; car il laisse s'infiltrer l'eau qui les tient en ›n.

terres siliceuses se trouvent, pour la plupart, sur les de la mer, sur ceux des rivières, quelquefois dans ntrées exposées au lavage des eaux pluviales, qui en- ıt plus particulièrement l'argile et le calcaire. Dans at le plus pur, les terres siliceuses sont généralement ınes, des déserts, des steppes qui couvrent des es- considérables. Les sables du Sahara, dont la séche- ɜt la mobilité repoussent toute espèce de végétation, un exemple de l'aridité des matières siliceuses dans un sec et brûlant. Cependant on remarque que le moin- ırs d'eau, la moindre humidité, quand elle est cons- ɜuffit pour les rendre favorables à la culture : témoins is, sorte d'îlots couverts de la végétation la plus ac- la plus vigoureuse. Les déserts ne sont réellement ꞵ que parce qu'il n'y pleut que très-rarement; car, ɜ le sol en est stable et qu'il est doué d'un certain

état de fraicheur, il s'y développe toujours quelque végétation spéciale.

Les sables siliceux sont rarement aussi purs et aussi stériles que dans les déserts; ils sont, le plus souvent, associés à d'autres éléments, et forment alors la base des terres arables de certaines contrées, comme dans le nord de l'Europe. Les terres où la silice prédomine sont, pour la plupart, d'un labour facile et peu coûteux. Quand les terres siliceuses se trouvent dans un climat sec, et qu'elles sont privées du bienfait des irrigations, les seigles, les pins, les bruyères y végètent à peine; mais dans le cas contraire elles peuvent servir à de bonnes cultures, notamment à celles des racines et des plantes tuberculeuses; car le sable, se tassant à mesure que les racines se développent, ne peut opposer aucun obstacle à leur accroissement.

Mêlée à une forte dose d'humus, la terre siliceuse constitue la *terre de bruyère* que l'on transporte quelquefois dans les jardins des environs de Paris; et chacun sait combien elle devient productive au moyen de l'eau et des engrais. Quant aux *terres graveleuses*, qui ne diffèrent réellement des terres siliceuses que par une plus grande inégalité de leurs parties composantes et par une plus forte proportion d'argile, elles se prêtent, le plus souvent, à de bonnes cultures, surtout lorsqu'elles sont situées dans des climats pluvieux. La vallée du Rhône, à son embouchure, les vastes plaines de Graves qui s'étendent sur la rive gauche de la Garonne, depuis Langon jusqu'à l'extrémité du Médoc, les plaines de la rive gauche de la Dordogne sont des terres caillouteuses très-fertiles en vin.

En général, on peut dire que, par suite de leur facile amendement et de leur labour peu coûteux, les terres siliceuses sont susceptibles d'acquérir, de plus en plus, le caractère de la fertilité; aussi voit-on celles que l'on cultive augmenter chaque jour de valeur.

Les *terres argileuses* sont celles où l'argile prédomine;

riculteurs les désignent par les noms de *terres fortes*, *res grasses*. Souvent colorées par l'oxyde de fer, on connaît, même de loin, à leurs teintes, qui varient du -brun au rouge sombre. Elles se délayent dans l'eau, ment généralement une pâte plus ou moins plastique. erres argileuses sont estimées lorsqu'une légère pente rocure un écoulement naturel. En cet état, elles ne rvent pas trop d'humidité et sont propres à la cul- lu froment.

terre argileuse oppose une grande résistance; quel- is même cette terre est si grasse, si consistante, qu'il sulte de très-grands inconvénients pour la culture. En pendant les pluies, elle se détrempe et devient à peu mperméable; les eaux s'accumulent à sa surface et les es qui s'y trouvent sont comme noyées; c'est pour re- er en partie à ce dernier inconvénient qu'on sillonne ndément. Pendant les grandes chaleurs, elle se durcit, vasse par suite du retrait qu'elle éprouve, de sorte que antes, dont les racines sont partiellement brisées ou xposées à l'air, souffrent considérablement. Les prin- x vices des terres argileuses sont donc leur ténacité et mperméabilité. Pour en diminuer la ténacité, on les re ordinairement en automne, afin que pendant l'hiver n de la gelée puisse en briser les mottes. La grande ité d'eau que retient l'argile est une cause de fraî- ; car en s'évaporant, en passant à l'état gazeux, cette nlève au sol une grande quantité de calorique latent. ureusement la terre argileuse contient, presque tou- , une bonne dose de sable siliceux, et quelquefois de re, qui, la rendant perméable, lui permettent de s'é- er lentement; et l'on conçoit que, s'il en était autre- , l'excessive ténacité qui en résulterait s'opposerait à espèce de végétation. Partout les sols argileux for- la base de grandes exploitations agricoles, et sont alement destinés à la culture des céréales. Les plaines

fertiles de la Beauce, qui contiennent une certaine dose de silice et de calcaire, peuvent être considérées comme offrant le type des bonnes terres argileuses.

Les *terres calcarifères* produisent une effervescence plus ou moins vive dans les acides. Celles qui sont presque entièrement composées de calcaire sont assez rares; cependant on peut citer comme tels les sols pauvres et crayeux de la Champagne. La surface de ces terres, étant mouillée, forme souvent une croûte qui empêche l'air de pénétrer dans la terre. La gelée soulève le sol crayeux, le pulvérise, et, dans cet état, la terre, quelquefois emportée par les vents, laisse les plantes dépourvues d'un appui convenable. La couleur blanche de la craie constitue d'ailleurs un sol froid; aussi les sols crayeux sont-ils loin d'être fertiles; mais la facilité avec laquelle ils se prêtent au labourage en rend la culture possible, et quelquefois même avantageuse.

Parmi les types des terres calcarifères, on peut citer aussi les *faluns* de la Touraine, presque entièrement composés de coquilles fossiles pulvérisées par le déplacement des eaux de l'époque tertiaire. Ce sol est susceptible de quelque fertilité quand il repose sur une couche d'argile; mais, en général, les faluns ne s'emploient guère que pour amender les terres dépourvues de calcaire.

Dans la plupart des cas, les terres dites calcarifères contiennent une proportion plus ou moins abondante de sable siliceux ou d'argile; elles forment alors d'excellents sols. Lorsque l'élément calcaire est simplement mêlé à l'argile, comme dans la vallée du Rhône, la terre est très-propre à la culture du blé et des fourrages; la vigne y croît à merveille et donne de bons fruits. Avec une addition de silice, le sol calcaréo-argileux forme également de bonnes terres, très-favorables à la plupart des cultures, et notamment à la plantation d'arbres divers.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que les sols calcaires donnent des produits plus succulents, plus nourrissants que

›s sols argileux ou siliceux. Les animaux y sont gé- ıent plus forts et plus gras ; leur lait est aussi plus tiel. En Allemagne, on a fait la remarque que le ụi croît sur un sol calcaire fournit plus d'eau-de-vie seigle qui végète sur un sol privé de cet élément ; ıce, dans les mêmes conditions, les vins sont plus ux.

désignons sous le nom de *terres humifères* ou *tour-* ›elles qui contiennent une forte proportion de débris ues dans un état de décomposition plus ou moins Ces terres, préalablement séchées, perdent, par la tion, un quart ou un cinquième de leur poids ; elles nguent aussi par leur couleur foncée, provenant de ı, substance qui contient, outre le carbone et l'azote, de potasse et de soude éminemment propres à la on ; mais, pour produire de bons résultats et céder ntes les principes fertilisants qu'il recèle, l'humus ·e mêlé à une certaine quantité de matières ter-

t des sols tourbeux qui ne renferment pas assez ères terreuses ; ces sols sont improductifs, parce plantes ne peuvent y trouver un appui suffisant. iccation de ces terres s'opère quelquefois avec une te rapidité, tant à cause de leur porosité qu'à cause couleur foncée, qui a la propriété d'absorber beau- chaleur ; il en résulte que les végétaux y manquant ıidité nécessaire à leur développement, se flétrissent ent.

uefois on creuse, dans le sol humifère des marais, ès où l'on plante des roseaux que l'on coupe pendant ur en couvrir la terre et y maintenir ainsi un peu de r. De cette manière, on parvient à recueillir d'assez ːcoltes dans quelques contrées basses et fangeuses. marque que les détritus organiques des sols humi- ıt doux ou acides. Les premiers ne rougissent pas le

papier de tournesol qu'on trempe dans l'eau bouillante où les terreaux ont été mis en digestion : tels sont les détritus des terres de jardins, de marais, et surtout ceux des terres que cultivent les maraîchers; les seconds, au contraire, rougissent plus ou moins sensiblement le papier de tournesol. On range dans cette classe les détritus de la terre de bois et de la terre tourbeuse. La présence du tannin et celle d'un grand excès d'acide carbonique nuisent à la culture de ces terres, qui exigent des amendements, en chaux, cendres, engrais animal, et surtout l'écobuage, opération qui consiste à écrouter la surface du sol, et à brûler sur place les substances organiques renfermées dans les mottes.

Sur les sols qui contiennent une forte dose d'humus, il se forme ordinairement une atmosphère saturée d'acide carbonique, et alors, pour y obtenir de bonnes cultures, il faut faire usage de la chaux caustique, qui absorbe une partie de ce gaz. C'est néanmoins dans les terres contenant une grande quantité d'humus que les cultures des maraîchers réussissent le mieux; mais la chaux ou l'engrais animal y sont nécessaires, pour neutraliser une partie de cet acide carbonique dont l'excès est défavorable aux plantes alimentaires.

Nous avons divisé les terres végétales en quatre grandes classes; nous avons cherché à donner une idée générale des caractères agricoles de chacune d'elles; mais il est bien entendu que ces classes passent les unes aux autres, et se lient de mille manières, sous le rapport de la composition. Dans quelques cas, les terres ne présentent pas un élément prédominant distinct; elles sont mixtes, c'est-à-dire composées de silice, d'argile et de calcaire, dans des proportions diverses; et c'est de ce mélange plus ou moins avantageux, et où se trouve toujours une légère dose d'humus, que résulte l'abondance des récoltes.

On a fait la remarque que les proportions des éléments constituants des terres peuvent varier, dans de certaines li-



ıns qu'il en résulte pour la végétation des inconvé-
ıien notables. On comprend, en effet, que cette va-
ɜst nécessaire selon les conditions climatériques,
les espèces de végétaux que l'on cultive; aussi
ans l'application raisonnée de telle ou telle culture
u telle espèce de terre, sous un climat donné, que
nce et la théorie sont nécessaires pour forcer le sol
: le plus de produit possible, sans porter atteinte à
té permanente.

raisonner sur les caractères agricoles d'un sol quel-
il faut en connaître la nature minéralogique. On
:ette connaissance en soumettant la terre à diverses
.ces. Voici un procédé à l'aide duquel on peut dé-
· les proportions des quatre principales substances
ɜnt ou peuvent entrer dans sa composition. Ce pro-
t simple est à la portée de tout le monde, et c'est
motif que nous le donnons ici; il suffit aux agri-

avoir fait choix d'une balance dont l'exactitude est
:onnue, on prend environ un demi-kilogramme de
ı'on a recueillie sur divers points d'une surface
et qu'on mêle, afin d'avoir un échantillon moyen.
ŝrise cette terre dans un mortier; puis on l'expose,
four ou ailleurs, à une température de 100°, pour
ıer toute l'humidité. Ces préparatifs achevés, on en
ne partie qu'on pèse, cent grammes, par exemple,
ıpère ensuite de la manière suivante :

pare d'abord l'humus, en le brûlant : il suffit, pour
:xposer la terre à une certaine température sur une
de métal ou dans un creuset, et d'en retourner les
:es parties jusqu'à ce que tous les points incandes-
ıdices de la combustion du carbone, aient entière-
ʂparu. Cela fait, on laisse refroidir et l'on pèse; la
ɜe en poids donne la dose d'humus que contenait
soumise à l'expérience. Dans cette opération, il faut

se tenir en garde contre la quantité d'eau appartenant à l'argile, et qui ne peut lui être enlevée si l'on ne dépasse pas la température du rouge-brun.

Abstraction faite des substances qui ne se trouvent dans la terre qu'en de très-faibles proportions, et que nous croyons devoir négliger dans cette analyse grossière, il reste aux mains de l'opérateur la silice, l'argile et le calcaire. Pour connaître la proportion du calcaire, qui est, comme on sait, composé d'acide carbonique et de chaux, on humecte d'abord le mélange avec un peu d'eau pure, et on y laisse ensuite successivement tomber de l'acide azotique (eau-forte). Il se manifeste immédiatement une effervescence qu'on favorise en ajoutant de nouvel acide jusqu'à ce que le phénomène n'ait plus lieu, ce qui indique la disparition du gaz acide carbonique qui se trouvait dans le calcaire. On sèche et l'on pèse : le poids en moins représente l'acide carbonique dégagé. Avec cette donnée on trouve ensuite facilement le poids total du calcaire. En effet, le carbonate de chaux pur se composant de 44 parties d'acide carbonique et de 56 de chaux, on comprend qu'une simple règle de proportion suffit pour avoir la quantité de la chaux, et par conséquent le poids total du calcaire contenu dans la terre soumise à l'expérience. Exemple : 44 est à 56 comme la quantité d'acide carbonique dégagé est à x.

Il va sans dire que si l'effervescence n'avait pas lieu, quand on verse l'acide azotique sur le mélange, ce serait une preuve de l'absence totale du calcaire.

Il ne reste plus maintenant qu'à séparer mécaniquement les autres éléments, opération qui s'exécute sans peine, en lavant à grande eau le mélange dans un vase et en décantant plusieurs fois. Le sable siliceux se précipite, tandis que l'argile et la chaux, en suspension dans l'eau, sont rejetées. On s'arrête, enfin, quand l'eau qu'on renouvelle ne se trouble plus sensiblement, et l'on n'aperçoit au fond du

la silice, qu'on sèche et qu'on pèse. Le poids de la : celui de la chaux déterminé par la dissolution du forment un total qui, en appréciant encore par ion, fait connaître celui de l'argile enlevée.

nt ces opérations, il faut faire en sorte de ne perdre)artie des substances qu'on manipule, et surtout n de n'exécuter les divers pesages que lorsque les , préalablement séchées, ont entièrement perdu ;e d'humidité. Sans ces précautions, on introduirait rs dans les résultats.

r'incomplète que soit cette analyse, on peut ac- ar ce moyen bien simple, sinon la connaissance ıe de tous les éléments qui entrent dans le sol chimiste exercé peut seul se procurer, du moins ıées suffisantes pour connaître les proportions des ıbstances minérales les plus intéressantes en agri- substances qui, parfois isolées et le plus souvent forment la presque totalité de la terre végétale de :omme du nouveau monde.

CHAPITRE IV.

—

Des agents naturels de la végétation.

Le sol, l'eau, l'air, la lumière, la chaleur, l'électricité. — Climats; régions agricoles.

Avant d'aller plus loin, il convient d'exposer sommairement quelques principes propres à jeter de la lumière sur notre sujet : La physiologie végétale nous apprend que les principaux agents qui concourent au développement de la végétation sont le sol, l'eau, l'air, la lumière et la chaleur, auxquels, sans doute, il faut ajouter l'électricité.

Le *sol* remplit deux fonctions importantes : la première est de servir de point d'appui aux plantes, de milieu dans lequel se dispersent leurs racines, pour aller à la recherche des sucs nourriciers; la seconde est de servir de réservoir à l'humidité nécessaire à la dissolution des substances propres à la nutrition végétale. Ainsi la terre ne doit pas être trop compacte, car les plantes et leurs aliments ne pourraient y pénétrer ni s'y mouvoir facilement. Cependant, il faut qu'elle offre un certain degré de consistance; sans quoi les plantes n'auraient pas une suffisante stabilité, les liquides passeraient à travers le sol sans s'y arrêter, et, privée de ses aliments naturels, la végétation ne pourrait se développer.

Le sol peut se diviser en deux parties distinctes, savoir : le *sol arable* et le *sous-sol*. Le sol arable est celui qui reçoit les impressions du labour et des influences atmosphériques;



c'est la couche de terre superficielle toujours imprégnée l'air, et qui contient la plus forte dose d'humus et de sucs nourriciers : c'est dans son sein que se passent les phénomènes de la végétation. Le sous-sol est la couche placée immédiatement au-dessous ; tantôt il est de même nature que le sol arable, tantôt il en diffère par sa composition ; et, alors, il agit favorablement ou défavorablement sur la terre qu'il supporte, selon les circonstances. Ainsi, par exemple, un sous-sol argileux sera nuisible à une terre forte, et utile, au contraire, à une terre légère ; et cela parce que l'argile s'oppose à l'infiltration des eaux.

On sait qu'il y a souvent, dans l'intérieur de la terre, des cours d'eau, des nappes artésiennes ; dans la plupart des cas, ces eaux souterraines peuvent contribuer à la fraîcheur du sol, en remontant à la surface par *capillarité*. Aussi, lorsque le sous-sol est perméable et qu'à une faible profondeur il existe des eaux souterraines, l'ascension de l'eau se fait-elle à travers les couches terreuses, comme elle se fait à travers un morceau de sucre dont on trempe l'extrémité inférieure dans un liquide. On conçoit combien cette circonstance est importante pour certaines terres. Il importe donc de constater si le sous-sol est *perméable* ou imperméable.

Dans les contrées alluviales, il arrive quelquefois que le sol se trouve épuisé de certains principes nécessaires à la végétation, tandis que le sous-sol ne les a point encore perdus. En ce cas, on peut renouveler la fertilité du premier en le mêlant avec le second ; c'est ainsi que, dans le midi de la France, à l'embouchure du Rhône, un profond défoncement pratiqué dans quelques propriétés pour extraire des racines de garance, a produit une grande amélioration du sol.

Cependant, lorsque, par suite du tassement, le sous-sol est devenu imperméable, il est moins fécond. Cela s'explique par la privation plus ou moins complète des influen-

ces atmosphériques ; mais, exposé à l'air pendant quelque temps, il s'améliore progressivement; car toutes les couches limoneuses ou alluviales deviennent très-productives après avoir atteint, à l'air libre, un certain degré d'oxygénation.

Comme on le voit, l'étude du sous-sol n'est point à dédaigner, surtout dans les dépôts d'alluvions où des limons fertiles se trouvent enfouis à diverses profondeurs. On peut en acquérir la connaissance, en observant la succession des couches, au moyen d'une excavation assez profonde: c'est là le procédé qu'emploient en général les agriculteurs. On peut aussi se servir d'une petite sonde qui ramène, en peu de temps, des échantillons suffisants pour faire connaître la nature des couches sous-jacentes.

Les éléments ordinaires du sol, avons-nous dit, peuvent varier dans diverses proportions ; quelques-uns même peuvent manquer tout à fait ou se substituer les uns aux autres, sans que la végétation en soit sensiblement affectée ; mais il n'en est pas de même d'agents tels que l'eau, l'air, la lumière et la chaleur, agents indispensables, qu'on peut considérer comme les grands moteurs de la vie végétale et animale.

L'agent qui joue le plus grand rôle dans l'acte de la végétation, c'est l'*Eau ;* sans humidité, point de végétation. L'eau est chargée de l'importante fonction de dissoudre les matières solubles contenues dans le sol et qu'elle met, par ce moyen, à la disposition des plantes. Elle fait, d'ailleurs, partie de l'organisation des végétaux; elle les pénètre de toutes parts et conserve la souplesse de leurs organes. C'est l'eau qui facilite le mouvement ascensionnel de la séve; elle monte jusqu'aux organes foliaires, où, par suite de l'évaporation, elle est constamment remplacée par celle que les racines pompent dans le sol.

On sait que l'humidité du sol est le résultat de la pluie qui tombe à la surface, et quelquefois du mouvement ascensionnel des eaux sous-jacentes ou voisines, par suite de

illarité des terres. Dans l'un comme dans l'autre cas, e humidité ne suffit pas, il faut, autant que possible, ocurer au sol un supplément par un moyen quelcon- utrement, quand la sécheresse se fait sentir, les plan- rdent leur vigueur; si la chaleur devient plus intense, étation est suspendue, les feuilles jaunissent et tom- enfin, si la sécheresse est poussée à ses dernières li- l'arbre lui-même se dessèche complétement par une ation continuelle qui ne peut plus être alimentée, et rt.

lquefois, au contraire, le sol est chargé d'une humi- urabondante dont les effets ne sont pas moins nuisibles gétation. C'est ce qui arrive dans les sols maréca- où l'eau stagnante couvre les racines des plantes; totalement privés de l'influence de l'air, et ne pou- lus remplir leurs fonctions, les végétaux dépérissent urent. Dans ce cas, il convient de diminuer cet excès idité par tous les moyens dont on peut disposer.

état de vapeur dans l'atmosphère, l'eau est absorbée, ines heures de la journée, par les feuilles qui con- t, avec les racines, à réparer les pertes que font les ux en transpirant sous l'action d'une forte chaleur. ne sage prévoyance de la nature, c'est précisément saison où les végétaux ont besoin d'une plus grande té, pour remplacer l'eau enlevée par évaporation, vapeur d'eau est le plus abondamment répandue dans sphère; et cela se conçoit, puisque l'évaporation de st toujours en raison de la température.

r est également indispensable à l'existence des plan- on-seulement il est le milieu dans lequel s'élèvent ges, mais il pénètre avec plus ou moins de facilité out sol fertile. On sait que l'air se compose d'oxy- l'azote, de vapeur d'eau et d'une très-faible propor- acide carbonique (environ un millième de son poids.) égétaux absorbent son oxygène pendant la nuit. Cette

absorption se fait par les pores de la face inférieure des feuilles, qui s'emparent aussi d'une partie de l'azote de l'atmosphère, lorsque celui du sol est insuffisant.

L'acide carbonique se dégage incessamment de la surface du sol par la décomposition des substances organiques; il est aussi formé par le résultat de la respiration des animaux et par la combustion du bois, du charbon, des matières grasses, etc. Ce gaz est absorbé, pendant le jour, par toutes les parties vertes des plantes; il subit alors une prompte décomposition : son carbone retenu coopère à l'accroissement des végétaux, tandis que l'oxygène superflu se dégage.

Par une loi simple et admirable, les animaux, dans l'acte de la respiration, consomment une partie de l'oxygène de l'air, en le combinant avec le carbone qui provient de leurs aliments. Ce phénomène a lieu par suite du contact de l'air avec le sang veineux, qui, de noirâtre qu'il était, devient rouge. La combinaison qui en résulte est rejetée, par expiration, sous forme d'acide carbonique. Les végétaux s'emparent de cet acide carbonique, en gardent le carbone et restituent à l'air son oxygène. Les animaux sont donc aussi nécessaires aux végétaux que ceux-ci le sont aux animaux; et telle est la dépendance mutuelle de ces deux règnes de la nature que la prospérité de l'un rejaillit sur l'autre; et que, si l'un d'eux venait à être anéanti, l'autre dépérirait progressivement et finirait par disparaître.

La *Lumière* n'est pas moins indispensable aux plantes que les autres agents dont nous venons de parler. Elle contribue, simultanément avec la chaleur, à activer la végétation, à colorer les feuilles et les fruits, et à rendre ces derniers plus savoureux. C'est sous l'influence des rayons solaires que se fait, dans toutes les parties vertes des plantes, la décomposition du gaz acide carbonique, décomposition qui, ainsi que nous l'avons dit, permet au végétal de s'assimiler le carbone et de rejeter l'oxygène. C'est encore à l'ac-

de la lumière qu'est due, en partie, la transpiration
use par la surface des feuilles; aussi, lorsqu'on veut
erver frais, le plus longtemps possible, des rameaux ou
leurs détachés d'une plante, le premier soin à prendre
de les placer dans l'obscurité, afin de diminuer leur
piration.

lumière n'est pas favorable à la germination. Ce point
épart de la végétation ne peut avoir lieu que dans
curité; mais, quand les semences ont germé, si les
es sont privées de lumière, elles s'étiolent, c'est-à-dire
sent de longues tiges blanches, effilées, et ne tardent
mourir.

remarque que plus les arbres sont exposés à une vive
ère, plus leur bois est dur et compacte, sans doute parce
dans cette condition, ils peuvent s'assimiler une plus
le quantité de carbone. L'influence la plus remarquable
lumière sur la végétation est celle qu'elle exerce sur la
tion des tiges. Tout le monde sait que les branches d'ar-
en espalier, ne recevant la lumière que d'un côté, se
nt sans cesse en avant; que les arbres des lisières d'une
inclinent leurs branches plus du côté extérieur que du
ntérieur; que ces mêmes arbres des lisières sont plus
moins élevés et plus ramifiés que ceux de l'intérieur
forêt; enfin, que, dans les bois épais, les jeunes
s ne croissent guère qu'en hauteur. Tous ces faits
uvent s'expliquer que par l'influence qu'exerce sur
gétation ce fluide impondérable qu'on appelle lu-
.

Chaleur est également un des puissants agents de la
tion : ce n'est qu'à un degré suffisant de température
séve entre en mouvement; un froid rigoureux sus-
au contraire, la végétation. Appliquée artificiellement
des proportions convenables, la chaleur excite les pro-
s vitales des plantes, comme on le voit dans les serres
es. On remarque que la végétation devient luxuriante

quant, à une forte température, se joint une humidité correspondante : c'est ainsi que, sur le sol de la Guyane, la végétation est la plus active et la plus belle du globe.

Il est, pour chaque espèce de plantes, un degré maximum de chaleur qu'elle peut supporter, et au delà duquel elle se dessèche et meurt. Ce dépérissement serait bien plus sensible si l'intérieur du sol n'offrait, en été, une température plus basse que celle de l'atmosphère ; ainsi les plantes dont les racines s'enfoncent le plus profondément dans le sol sont les moins exposées aux influences d'une trop forte chaleur ; et, comme ce sont les terres siliceuses qui s'échauffent le plus facilement, à raison de leur grande perméabilité, on peut encore tirer cette conséquence que les végétaux doivent y être plantés plus profondément que dans les autres espèces de terre.

Lorsque le froid se prolonge et qu'il atteint un haut degré d'intensité, il peut, selon la nature du végétal, en déterminer la mort; aussi le degré absolu de froid qu'une plante peut supporter marque-t-il invariablement la limite extrême de sa végétation.

Bien que la gelée ne solidifie jamais la séve, c'est pourtant quand la séve entre en mouvement que s'exerce le plus l'action du froid ; de là les conséquences si funestes des gelées du printemps, parce qu'alors les végétaux contiennent dans leurs organes une plus grande quantité de liquide.

Quant à l'*Électricité,* tout porte à croire que son influence intervient aussi dans l'acte de la végétation. L'air étant chargé d'électricité, les plantes poussent bien plus rapidement que lorsque, toutes circonstances égales d'ailleurs, l'atmosphère est peu électrisée ; aussi, dans les pluies d'orage, voit-on certaines plantes croître presque à vue d'œil. Depuis que l'action universelle du fluide électrique est généralement reconnue, les savants s'occupent d'une foule d'expériences qui nous feront probablement mieux connaître les influences de cet agent puissant et mystérieux.

dont les courants sont aussi nécessaires à la vie que la lumière et le calorique eux-mêmes.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette partie de la science; le peu que nous en avons dit suffit à l'intelligence de ce qui nous reste à dire. On conçoit maintenant combien l'étude des climats est importante pour approprier, de la manière la plus convenable, telle ou telle culture à telle ou telle contrée. « C'est de la diversité des climats que naît la variété des productions, dit M. de Gasparin; en effet, la même nature de terre qui, en Norwége, produit quelques sapins, porte d'abondantes récoltes de blé en Allemagne, se couvre de riches vignobles en France, et, sous le tropique, devient le siége de ces belles cultures de végétaux précieux qui donnent le sucre et les épices. Qu'a-t-il fallu pour amener des effets si différents? Des modifications dans la chaleur, la lumière, l'humidité, qui tiennent elles-mêmes à d'innombrables diversités dans les latitudes, dans la situation respective des terres et des mers, dans la direction des vents, etc. »

L'organisation spéciale des végétaux est subordonnée aux influences météorologiques; mais ces influences ne sont pas égales pour chaque espèce. Telle plante exige, pour fructifier, plus de chaleur qu'il n'en faut à telle autre; celle-ci veut plus d'humidité, celle-là plus de lumière, etc. Les individus même d'une seule espèce n'ont pas entre eux une égale sensibilité pour la chaleur : témoin la précocité du fameux marronnier des Tuileries, arbre chéri du Parisien, parce qu'il annonce, quinze jours avant les autres, les premiers sourires du printemps. Dans nos climats, le même degré de chaleur n'arrivant pas tous les ans exactement à la même époque, il en résulte que la végétation est quelquefois hâtive ou retardataire. Sous les tropiques, au contraire, où la température est presque toujours très-élevée, la végétation continue sans interruption; elle ne varie que dans son intensité, à raison de l'abondance ou de la rareté des pluies. Dans ces

contrées, les fruits et les feuilles tombent successivement pour faire place à d'autres qui viennent les remplacer; en sorte que leur chute est à peine remarquée.

Abstraction faite des légères modifications qu'ont amenées les travaux de l'homme sur quelques cultures spéciales, on trouve que les espèces végétales sont réparties sur la surface du globe, suivant certaines lois inhérentes à la nature du sol et surtout du climat. Si l'on parcourt, avec M. de Humboldt, l'échelle thermométrique des divers genres de cultures, en passant des plantes qui exigent le climat le plus chaud à celles qui se plaisent dans le climat le plus froid, on rencontre successivement la *vanille*, le *cacao*, le *cocotier*, l'*ananas*, la *canne à sucre*, le *caféier*, le *dattier*, l'*oranger*, l'*olivier*, le *mûrier*, le *châtaignier*, la *vigne;* puis les *céréales*, les *herbages*, les *chênes*, les *pins* et les *bouleaux*.

Ainsi une région agricole peut être déterminée par la possibilité d'y cultiver, en grand et avec succès, telle ou telle plante à l'état normal. En jetant les yeux sur l'Europe, et en faisant abstraction des lieux élevés qu'elle présente, on y voit cinq grandes régions agricoles, comme dans la carte suivante, que nous empruntons au savant cours d'agriculture de M. de Gasparin. Ces cinq divisions sont figurées par différents traits.



première région, la plus méridionale, est celle où la e de l'*olivier* est possible. (Elle est marquée sur la par des hachures horizontales.)

ıs la seconde, le climat, moins chaud, ne permettant a culture de l'olivier, la production agricole y est reıtée par la *vigne* (indiquée par des points).

ıs la troisième (représentée par des hachures verti-, la culture des *céréales* prédomine ; la vigne y disparaduellement.

quatrième est celle des *herbages* et des *racines ali-*

mentaires (figurée par un signe particulier qui ressemble à un V).

La cinquième, enfin, reléguée à l'extrême nord, est celle des *forêts* (représentée par des hachures ondulées).

Nous ne suivrons pas le savant agronome dans les subdivisions et les détails qui accompagnent cette carte; cela nous entraînerait hors de notre sujet, lié à la géologie. Ces généralités doivent nous suffire; mais nous ne terminerons pas ce chapitre sans reproduire les belles réflexions suivantes, exprimées avec une lucidité remarquable, et avec tout l'élan qu'inspire une philanthropie aussi juste qu'éclairée.

« Quand on jette un coup d'œil sur la carte qui représente la répartition des régions de culture en Europe, dit « M. de Gasparin, on ne peut qu'admirer les desseins de la « Providence, qui semble avoir voulu faire de ses habitants « un seul peuple, unis par leurs besoins et les moyens réci- « proques d'échange. La région des oliviers fournit aux au- « tres régions l'huile, les vins, les liqueurs, l'alcool, des « fruits divers, les essences; la région des vignes donne des « vins fins, des céréales, des soies; la région des céréales « expédie des grains, des bestiaux gras, des laines fines; « enfin, la région des pâturages exporte des élèves, des che- « vaux, les produits de ses laiteries. Chacune des régions « reçoit de ses voisines l'excédant de leurs produits, en re- « tour de l'excédant des siens. Toutes ces régions, qui ont « un besoin réciproque les unes des autres, placées à portée « l'une de l'autre, réunies par les fleuves et les mers, for- « ment un ensemble complet que notre folie, notre ambi- « tion, nos répulsions de race et de nation ont rendu long- « temps inutile à la prospérité générale. La France a long- « temps présenté, dans son propre sein, le spectacle de ces « divisions entre des pays que la nature de leurs produits « appelait à s'unir. Quatre régions agricoles y existent côte « à côte: les lois fiscales les avaient séparées; aujourd'hui

ies, elles s'entr'aident mutuellement sans se nuire. progrès de la raison feront sans doute un jour pour :ope ce que la Révolution a fait pour la France, et ue peuple sera appelé à jouir complétement des dons ›n climat. » D'aussi nobles paroles n'ont pas besoin ımentaire.

CHAPITRE V.

—

Des propriétés physiques des terres.

Densité, hygrométrie, hygroscopicité, ténacité, aptitude à la dessiccation, coloration, échauffement. — Exposition; abris. — Type d'une terre végétale parfaite.

Avant d'aborder l'application des engrais inorganiques aux sols pauvres ou épuisés, il nous reste à dire quelques mots sur les propriétés physiques des terres, propriétés auxquelles les agronomes attachent, avec raison, une grande importance. En effet, si grande que soit sur les plantes l'influence de la nature des éléments qui composent le sol, la fécondité de la terre dépend, souvent, moins de sa constitution chimique que de ses propriétés physiques : il semble que la terre soit plutôt un appareil qu'un agent. Il est certain, du moins, que la division des particules terreuses, leur degré d'humidité, leur aptitude à la dessiccation, leur coloration, leur conductibilité, etc., agissent sur la végétation d'une manière plus ou moins efficace ou nuisible. Il est donc rationnel de rechercher la cause de ces propriétés, soit pour en profiter, quand elles sont favorables, soit pour les combattre quand elles ne le sont pas.

Nous regrettons que les proportions limitées de notre cadre ne nous permettent pas d'exposer le beau travail de Schübler sur ce sujet intéressant; toutefois, nous allons successivement faire connaître les déductions de ses principales expériences, déductions récemment confirmées par les plus habiles agronomes anglais et français.

D'après l'auteur déjà cité, les plus *pesantes* des matières



les qui constituent la terre végétale sont les sables ι; aussi, le sable qu'on répand quelquefois sur le sol x pour en diminuer la ténacité descend-il toujours ;ous du labour; après la silice vient le calcaire; l'ar- ;urtout l'humus sont les matières qui pèsent le moins. une terre composée est d'autant plus dense qu'elle it plus de silice, et d'autant plus légère qu'elle con- lus d'humus. On remarque qu'il est possible de con- e la densité d'une terre la nature de ses composants; ant, dès que ceux-ci sont nombreux, le problème ne être déterminé avec assez d'exactitude.

'*ropriété hygrométrique* du sol est la faculté qu'a ce- 'absorber l'humidité de l'atmosphère. C'est généra- parmi les terres les plus fertiles qu'on remarque cette , qu'il ne faut point confondre avec celle de retenir 'imbibition. De toutes les substances qui entrent dans l'humus est celle qui possède au plus haut degré la ité d'absorber la vapeur d'eau; aussi voit-on les terres ıses se gonfler lorsque l'atmosphère est très-humide. 'humus, c'est l'argile qui absorbe le plus d'humidité, que le calcaire, et surtout la silice, n'en prennent ne manière appréciable.

inion des agronomes, confirmée par tous les essais dans cette direction, est que la propriété hygromé- peut être considérée comme un indice constant de la té des terres. Davy tirait même de cette propriété des ;ions sur la valeur des terres, par la seule considé- jue les sols qui ont le plus d'affinité pour l'eau possè- ujours la plus forte dose d'humus.

ygroscopicité d'une terre est la faculté qu'elle a de re- eau entre ses molécules, en s'opposant à une évapo- rapide. Cette propriété est de la plus haute impor- ur la végétation. Il résulte des expériences de Schü- ie les sables siliceux et calcaires ont peu d'affinité eau; l'argile en a beaucoup plus; mais la substance

qui se montre le plus avide d'humidité est l'humus; aussi les terres riches en détritus organiques sont-elles, à conditions égales d'ailleurs, toujours moins exposées à la sécheresse que les terres qui n'en contiennent qu'une petite quantité.

La *Ténacité*, on le sait, rend la terre plus difficile à travailler. Les cultivateurs expriment cette propriété en disant d'une terre qu'elle est plus ou moins *forte* ou *grasse*, selon qu'elle est plus ou moins difficile à labourer. Or, comme l'argile est la plus consistante, c'est l'argile qui offre le plus de ténacité; puis viennent le calcaire, l'humus et la silice dont l'adhérence est presque insensible.

L'*Aptitude des terres à la dessiccation* est aussi essentielle à la végétation que celle de retenir l'eau dans des proportions convenables. Cette faculté est dans l'ordre inverse de leur hygroscopicité; ainsi, les sables siliceux et calcarifères laissent facilement évaporer l'eau; l'argile et l'humus, au contraire, se dessèchent très-lentement, circonstance favorable aux sols privés d'irrigations.

La *Coloration* des terres a aussi de l'importance par l'influence notable qu'elle exerce sur la chaleur. En effet, le blanc réfléchit les rayons calorifiques, et le noir les absorbe. Dans plusieurs expériences, l'argile teinte en blanc, exposée au soleil, a marqué 41°, tandis que, dans les mêmes conditions, la même argile, teinte en noir, avait une température de 49°, celle de l'air étant de 25°. Cette différence de 8° dans nos climats est bien propre à nous expliquer pourquoi la végétation est plus tardive, toutes circonstances d'ailleurs égales, sur un sol blanchâtre que sur un sol noirâtre ou brunâtre. C'est sans doute après avoir observé cette influence de la coloration sur l'échauffement du sol que les ingénieux habitants de Chamouni répandent, au printemps, des schistes noirâtres sur la neige qui couvre leurs jardins, afin d'en hâter la fusion. Dans certaines contrées, la culture de la vigne n'est possible que grâce à la coloration du sol par des matériaux noirâtres ou brunâtres.

haleur étant, pour ainsi dire, l'âme de la végétation, ésulte que, dans les pays tempérés, les terres de r sombre sont plus particulièrement destinées à es cultures spéciales, comme celle des arbres fruile la vigne, etc., tandis que le contraire a lieu is terres blanchâtres, dont les produits sont moins nts et moins abondants. La coloration du sol ɔas seulement sur les arbres et sur la vigne; toutes ures sarclées s'en ressentent aussi; et, bien que les s et les herbages préservent, en partie, la terre des solaires, ils ne la couvrent pas tellement que l'effet ouleur ne se fasse encore sentir, surtout quand les n'ont pas atteint tout leur développement.

eurs autres causes peuvent aussi influer sur l'échauf- des terres. La composition du sol, par exemple, oint étrangère à ce phénomène. On a constaté que stances les plus susceptibles de s'échauffer sont le uartzeux et le sable calcaire; vient ensuite l'humus, rgile. Certaines circonstances font varier cette ap- car il faut tenir compte de l'humidité, de la séche- ; de la dimension des particules terreuses.

it à la propriété de retenir ou d'abandonner le calo- ans un temps déterminé, propriété qui est en raison *oir conducteur dont le sol est doué,* ainsi que de sa on (car, à température égale, un corps noir rayonne : chaleur qu'un corps blanc), les expériences de ır ont constaté qu'à volumes égaux ce sont les :alcaires et siliceux qui possèdent, au plus haut de- faculté de retenir la chaleur; tandis que l'argile et s se refroidissent promptement; et, comme on l'a , la dimension des particules terreuses exerce une :e notable sur ce phénomène : ainsi, une terre com- .e cailloux siliceux perd plus lentement le calorique able de même nature. Cette particularité nous expli- ïsamment pourquoi les sols caillouteux, comme ceux

du Médoc (Gironde), sont extrêmement favorables à la vigne, qui, pour donner de bons fruits, exige dans nos climats beaucoup de chaleur.

Une circonstance qui agit encore puissamment sur la végétation et sur laquelle nous devons nous arrêter un instant, c'est l'*Exposition*. On sait qu'en Europe un sol incliné au midi jouit de grands avantages calorifiques; celui qui est incliné au nord éprouve, au contraire, une grande diminution de chaleur, parce qu'il ne reçoit les rayons du soleil que lorsque cet astre est assez élevé, et qu'alors même il les reçoit plus obliquement. D'autre part, l'exposition du levant est généralement plus sèche, à cause des vents secs qui soufflent de l'est, tandis que celle du couchant est plus humide, à raison des vents d'ouest et des pluies fréquentes qui viennent de l'Atlantique. Il suit de ces observations qu'il y a, au point de vue météorologique, quatre expositions distinctes, se rapportant aux quatre rumbs de vents cardinaux. Or, il est évident que l'agriculteur doit avoir égard aux différents degrés d'humidité, de chaleur et de lumière résultant de ces expositions, et qu'il doit, conséquemment, cultiver chaque espèce de plantes dans la localité qui lui est le plus favorable. Ainsi, la vigne et les arbres fruitiers réussissent mieux au midi; les arbres à feuilles persistantes préfèrent l'exposition du nord; les céréales se plaisent au levant; tandis que le couchant, plus longtemps saturé d'humidité, est plus propre aux prairies et aux herbages.

L'exposition du sol nous conduit naturellement à dire un mot sur les *Abris*, ou obstacles naturels qui s'élèvent au-dessus de l'horizon, dans une position plus ou moins favorable. Les abris sont très-importants en agriculture, lorsqu'ils sont placés de manière à préserver les plantes des vents froids et desséchants du nord et du nord-est, qui font quelquefois périr les espèces délicates. Quand les abris ne sont pas ménagés par des accidents de terrain, on peut en élever d'artificiels au moyen de plantations d'arbres à feuilles

:antes, qui servent de rideau et modifient les condi-
ıtmosphériques. Ceux qui ne l'ont point vu ne sau-
croire combien ces sortes d'écrans sont favorables à
ˈtation. Dans la vallée du Rhône, une simple haie de
ı trois mètres d'élévation protége une étendue d'en-
/ingt-cinq à trente mètres de largeur. C'est à de pa-
bris qu'on doit de pouvoir cultiver des plantes déli-
ue la violence des vents ne permet pas de cultiver
uvert.

›rès ce qui vient d'être dit dans ce chapitre, on a pu
juer que, parmi les propriétés physiques des terres,
st de capitales qui appellent l'attention des agricul-
C'est ainsi que l'hygroscopicité du sol nous met à
de juger si les plantes y trouveront la fraîcheur con-
e à leur accroissement; que sa ténacité nous permet
écier les difficultés du labourage; que sa faculté d'é-
ment nous donne les moyens d'estimer si la végéta-
un degré d'activité en rapport avec l'humidité, et
ıle de particularités locales qu'on peut apprécier soi-
quand on est bien pénétré des principes que nous
exposés. Il importe cependant d'ajouter que les pro-
physiques des terres tiennent à tant de détails, et
ısceptibles de tant de modifications différentes, qu'il
lans certains cas, beaucoup d'observations et un
ıisonnement pour en déduire des conséquences cer-

ıtenant, si l'on demande quel est le *type d'une terre*
:e, on peut répondre que c'est celle où les plantes
ıustraites aux alternatives de la sécheresse et de l'hu-
, dans laquelle elles trouvent, non-seulement un point
i suffisant, mais aussi les éléments de nutrition
ır conviennent; car, fixés au sol par leurs racines, et
t point, comme les animaux, la faculté d'aller au
ıercher leur nourriture, les végétaux doivent trouver
ıbsistance préparée dans les milieux où ils vivent. A

ces qualités, une bonne terre doit joindre encore cel[le] d'une faible ténacité, afin de se prêter à une culture facile. Ajoutons qu'on ne peut donner l'idée d'une terre parfaite que pour des localités déterminées; car une foule de circonstances météorologiques et géognostiques peuvent faire qu'une terre mauvaise dans une contrée soit bonne dans une autre.

La fécondité des terres est donc subordonnée au climat où elles sont situées : la latitude, l'exposition, l'élévation au-dessus du niveau de la mer, l'état local enfin de l'atmosphère, sont des causes puissantes et variables qui exercent, sans contredit, la plus grande influence sur la végétation.

Les agriculteurs cherchent à connaître quels genres de plantes les diverses classes de terres porteront avec le plus d'avantage, et quels sont les engrais inorganiques qu'il faut fournir à ces terres pour en obtenir le plus de produit. Ce que nous avons dit des propriétés chimiques et physiques des substances qui entrent dans le sol nous guidera dans le chapitre suivant sur le choix des engrais organiques applicables à chaque classe de terre, comme aussi à chaque culture générale ; car ces engrais n'auraient qu'une faible portée, si l'on ignorait à quelles plantes ils doivent particulièrement servir.

CHAPITRE VI.

—

endements des terres ou application des engrais inorganiques.

tés. — Emploi de la chaux, de la marne, du plâtre, de l'argile, de la des graviers, des cendres, du sel marin. — Correction des vices du gouttage; puits absorbants; drainage; irrigations; puits artésiens. — dérations générales sur les amendements des terres improductives.

ender un sol, c'est le rendre plus propre à la végéta- c'est en corriger les fâcheuses propriétés physiques miques, soit par des mélanges ou des additions de nces diverses, soit quelquefois par la soustraction de 'es nuisibles. Ainsi, augmenter la consistance des trop légères, ameublir celles qui sont trop fortes, er en partie certaines terres caillouteuses, rendre dans is cas le sol plus apte à absorber la chaleur, l'hu- , et surtout lui incorporer les éléments qui lui man- ou dont il n'est pas assez pourvu, pour suffire à l'ali- tion des plantes; tels sont les principaux actes qui nt dans ce que nous appelons l'amendement des

ès avoir exposé les principes généraux qui pouvaient e la lumière sur notre sujet, il nous sera facile de faire plication raisonnée des engrais inorganiques suscep- de modifier et d'améliorer les terres arides et impro- es. Les engrais organiques étant étrangers à notre su- us les écartons, tout en faisant remarquer que leur irs est indispensable au développement d'une riche

végétation. En effet, le sol ne donne d'abondantes récoltes qu'autant qu'il renferme une notable quantité d'humus. Cette matière existe naturellement dans certaines terres privilégiées; d'autres, au contraire, en sont privées ou n'en contiennent que des doses insuffisantes. C'est donc plus particulièrement ces dernières qui exigent l'intervention des fumiers, matières très-solubles et vaporisables, dont l'action se fait rarement sentir au delà de deux années; aussi est-on obligé de les renouveler à de courts intervalles, si l'on veut maintenir intégralement la fertilité du sol. Les engrais inorganiques, au contraire, durent beaucoup plus longtemps; leur principe fertilisant s'épuise seulement à la longue, et pour ainsi dire, d'une manière presque insensible.

S'il est une question qui appelle sérieusement l'attention des agriculteurs, c'est, sans contredit, celle des engrais de tous genres. En Angleterre, où l'on attache une grande importance à cette question, on sait depuis longtemps que le bon engrais doit représenter en totalité tout ce que les récoltes enlèvent au sol, tout ce qu'on livre au marché, fourrages, grains, tubercules, laitage, bestiaux, etc.; et que dès lors, si l'on ne veut pas ruiner le terrain producteur, il faut lui rendre l'équivalent de ce qu'il perd. C'est pour se conformer à ce principe que l'Angleterre va chercher en abondance, jusque par delà les mers, des substances d'une grande vertu fertilisante, telles que guano, os, cendres, noir animal, etc. Les Anglais se procurent des os, pour les besoins de leurs fermiers, jusque dans l'Inde. Ils ont exploité les champs de bataille de l'Europe, et transporté chez eux d'immenses cargaisons d'ossements d'hommes et d'animaux.

Nous avons vu que, par l'analyse des plantes alimentaires, la chimie permet de constater rigoureusement les substances minérales qu'elles s'assimilent. Aussi conçoit-on qu'on puisse, avec des alcalis, avec des matières azotées, phosphatées, sulfurées, carbonatées, calcarifères, etc., com-

poser un mélange en poudre ou liquide, où se trouvent concentrées, en de bonnes conditions et en quantité suffisante, toutes les substances que l'analyse découvre dans les récoltes, de telle manière que ce mélange, ou ce compost, soit susceptible de suffire à l'alimentation des plantes sur la plupart des terres, la couche arable, en ce cas, étant seulement destinée à servir de médium à la végétation et de récipient à l'engrais; en sorte que, si ce principe était rigoureusement démontré et qu'on pût économiquement en faire l'application partout, le sol ne s'appauvrirait jamais, et sa fertilité, non interrompue, servirait à mettre en lumière les immenses avantages que l'agriculture pratique peut retirer de la science.

Malheureusement la fabrication des engrais artificiels, encore dans son enfance, est loin d'être parvenue à ce degré de précision que se plaisent à lui supposer certains hommes étrangers à la science, et cela dans le coupable but de vendre fort cher des compositions inertes ou presque sans action, sorte d'engrais dont le seul résultat est de féconder la bourse de leurs inventeurs.

En effet, on livre depuis quelque temps, comme matière fertilisante, une étrange mixture dont la composition est tenue secrète, et dont la concentration est telle, suivant les inventeurs, que *quelques kilogrammes* suffisent pour restituer au sol les *centaines de kilogrammes* de matières salines et alcalines que les récoltes lui ravissent annuellement. Il suffit de signaler une pareille absurdité pour faire apprécier la valeur de ces engrais surnaturels dont l'action fertilisante, élevée par la réclame à des proportions fabuleuses, est souvent loin d'égaler celle qui résulte d'un chaulage ou d'un marnage ordinaires. Au reste, cette exploitation de la crédulité publique est sur le point de cesser; car le gouvernement, qui se préoccupe sérieusement aujourd'hui des intérêts agricoles, paraît être disposé à mettre un terme à cette fraude criminelle.

De l'étude comparative des diverses espèces de terres et de leurs divers degrés de fertilité dans le même climat, on est porté à conclure, abstraction faite des qualités ou des vices qui résultent de leurs propriétés physiques, que les sols fertiles sont en général ceux qui contiennent, dans des proportions à peu près égales, les principaux éléments minéralogiques nécessaires à la végétation, tandis que les sols infertiles, ou ne les possèdent pas tous, ou ne les possèdent pas en des proportions convenables. Or, réduit à sa plus simple expression, le secret des amendements consiste à reconnaître, dans tout sol ingrat, les éléments qu'il contient, afin de pouvoir lui apporter ceux qui lui manquent, ou dont il n'a pas une dose suffisante pour atteindre à son maximum de fertilité. De plus, comme les mêmes cultures successives finissent par enlever aux terres fertiles certaines substances minérales qui s'y trouvent en petite quantité, il faut, à des intervalles plus ou moins longs, réparer les pertes que fait le sol. La théorie des amendements n'a pas d'autre principe. L'analyse des plantes pouvant seule constater les substances que les récoltes enlèvent à la terre, il appartient aux chimistes de nous faire connaître ces analyses pour chaque espèce de plantes, et pour chaque classe de terre où elles croissent (puisque certains éléments terreux peuvent réciproquement se remplacer). Ces formules une fois bien connues, chacun pourra déterminer la dose et le choix des matières minérales qu'il devra rendre au sol, pour le reconstituer dans l'état satisfaisant où il était avant les récoltes. Jusque-là, nous ne pouvons qu'interroger le sol lui-même, et lui restituer approximativement ses éléments de fécondité.

Nous avons vu que les sols qui renferment une forte dose de calcaire ont des propriétés agricoles qui leur sont propres. La plupart des bonnes terres à froment sont, en effet, plus ou moins pourvues de cet élément, et l'expérience prouve que, pour doubler le rapport des terres qui n'en con-

tiennent que peu ou qui n'en contiennent pas du tout, il suffit d'en ajouter une certaine quantité.

Le calcaire s'emploie à divers états. Quand on l'introduit dans le sol à l'état de chaux calcinée ou caustique, cette opération prend le nom de *chaulage ;* on la nomme *marnage* lorsqu'on applique le calcaire à l'état de carbonate de chaux plus ou moins argileux, comme la marne.

L'introduction de la *Chaux* caustique dans le sol est surtout appliquée par les Anglais avec une sorte de prodigalité ; et les grandes améliorations qu'ils en ont obtenues dans la culture des céréales ne permettent plus d'en révoquer en doute la parfaite efficacité. L'action en est surtout très-énergique soit dans les sols privés de l'élément calcaire, soit dans ceux où l'acide carbonique surabonde, comme les terres tourbeuses.

La dose de chaux qu'on doit introduire dans le sol est extrêmement variable, et l'on conçoit qu'il en soit ainsi, puisque les terres n'ont pas la même composition.

En Angleterre, le chaulage se fait à la dose de cent cinquante à quatre cents hectolitres par hectare ; les plus fortes proportions sont réservées pour les terres tourbeuses et argileuses, et les plus petites pour les sols siliceux. En France, où il s'agit seulement de fournir l'élément calcaire, la proportion est beaucoup moins forte, et diminue d'autant plus que le chaulage est plus fréquemment renouvelé. Ainsi, dans la Sarthe, dix hectolitres par hectare suffisent tous les trois ans ; dans l'Ain, soixante à cent hectolitres par hectare sont nécessaires tous les neuf ans ; dans les environs de Dunkerque, on donne au sol quarante hectolitres de chaux tous les dix ans, ou quatre hectolitres par année moyenne. Ailleurs, l'application de la chaux pour la culture des céréales est également variable. La constitution géologique d'une contrée, l'analyse des terres, et surtout l'expérience, peuvent fournir des indications plus ou moins précises sur la dose de chaux qu'il faut

introduire dans le sol pour qu'il atteigne à son maximum de fertilité. La prudence exige, dans la plupart des cas, qu'on commence par des essais, en augmentant graduellement les proportions; car, en agriculture, c'est toujours par la méthode expérimentale qu'il faut procéder, si l'on ne veut pas commettre des erreurs quelquefois aussi funestes que dispendieuses.

L'exécution du chaulage a lieu de diverses manières : le moyen le plus usité consiste à déposer la chaux en petits tas également espacés et recouverts de terre; l'humidité atmosphérique et celle du sol ne tardent pas à la faire fuser; alors on l'étend avec des pelles aussi régulièrement que possible. Dans quelques contrées, comme en Belgique, on fait fuser la chaux en la plaçant entre des lits successifs de roseaux, de feuilles mortes, de gazon, etc., et l'on transporte ensuite ce compost sur le sol qu'on veut fertiliser.

Il arrive quelquefois qu'on chaule et qu'on fume en même temps; mais on évite, en général, de pratiquer le chaulage par un temps humide ou pluvieux; car alors la chaux forme des grumeaux et se répand moins uniformément. C'est ordinairement à la fin de l'été, quand la terre est bien sèche et la chaux bien divisée, que l'assimilation s'opère avec le plus d'avantage. Le parfait mélange des deux substances est très-important pour la végétation.

Ce n'est pas seulement comme élément de nutrition des plantes que la chaux est favorable au développement de la vie végétale ; elle exerce aussi dans le sol certaines réactions qu'il importe de signaler. Ainsi, d'après M. Liebig, la chaux agit sur l'argile en en séparant la silice de l'alumine ; alors cette silice, étant à l'état naissant et extrêmement divisée, se dissout dans l'eau, et peut être absorbée par les racines des plantes.

La chaux est très-favorable à la culture des graminées; elle est éminemment utile aux terres tourbeuses, où elle se change en carbonate, en puisant dans le sol la surabondance



e carbonique qu'il contient. Elle agit avec efficacité s terres argileuses et froides, sur les terres des landes bruyères. Partout, enfin, où la chaux est convena-nt appliquée, le sol s'améliore, les terres fortes s'a-lissent, et les terres légères prennent de la consis-

La chaux a encore d'autres avantages : saupoudrée s plantes, elle fait périr les pucerons qui détruisent lzas, les turneps, les navets, etc; elle fait mourir les larves et les œufs des insectes nuisibles.

Marnage a principalement pour objet l'introduction, e sol, du calcaire ou carbonate de chaux contenu dans ne; ainsi, sous ce rapport, le marnage revient, en quel-rte, à l'application de la chaux.

marnes se rencontrent depuis les assises supérieu-s calcaires jurassiques jusque dans les dépôts les plus s. Elles sont le résultat de la désagrégation des mas-lcaires et argileuses dont les détritus ont été suc-ement déposés par les eaux; ce qui amène à penser s doivent être plus abondamment répandues dans les s modernes que dans les terrains anciens. C'est, en ce qui arrive; mais il faut quelquefois aller chercher pôts marneux à d'assez grandes profondeurs; et l'im-ce de la marne est aujourd'hui si bien appréciée en lture, que, pour se la procurer, on ne craint pas d'en-ndre des travaux souterrains assez étendus.

différentes sortes de marnes, ayant des propriétés es, sont, par cela même, plus ou moins efficaces pour dement de tel ou tel sol; il importe donc de connaître opriétés, afin d'en tirer le parti le plus avantageux. La rtion de calcaire contenue dans la marne varie depuis qu'à 60 pour 100; le reste est le plus souvent de l'ar-uelquefois du sable siliceux. Or, comme, en général, rne n'agit chimiquement, dans le sol, que par le cal-qu'elle lui apporte, on comprend combien il importe onnaître la composition. Tout agriculteur peut avec

facilité déterminer les principes constituants de la marne en opérant de la manière que nous avons indiquée pour analyser le sol lui-même; seulement, comme ici il n'y a point d'humus, on s'occupe successivement de la séparation du calcaire, de l'argile et du sable siliceux. On connaît ainsi les proportions des trois principes constituants qui, d'ordinaire, se rencontrent dans la marne; et, dès lors, plus d'obstacle à ce qu'on l'applique avec connaissance de cause.

La marne, avons-nous dit, n'agit chimiquement que par son calcaire; mais elle a une autre action mécanique, soit par l'argile qu'elle contient et qui donne de la consistance au sol, soit par le sable siliceux qu'elle recèle quelquefois et qui ameublit la terre; ainsi la marne argileuse, indépendamment de son calcaire, sera plus propre aux terres légères, et la marne siliceuse conviendra mieux aux terres fortes et humides.

La marne la plus riche en calcaire est regardée comme la meilleure pour les amendements; l'action en est plus générale et plus puissante. Une marne peut être considérée comme riche lorsqu'elle contient de 40 à 50 pour 100 de calcaire. Dans cet état, elle convient particulièrement aux sols argileux. On doit la répandre en moins grande quantité sur les sols sablonneux, où les effets en sont d'ailleurs moins durables et moins efficaces.

Outre les propriétés que nous venons de signaler, quelques marnes se distinguent par un autre principe fertilisant qu'on suppose provenir de quelques matières organiques. Écoutons le savant agronome qui a enrichi la science de tant de belles découvertes.

« D'après quelques recherches qui me sont communes avec M. Payen, dit M. Boussingault, il est à présumer que la marne agit encore utilement sur le sol en lui portant un autre principe qui appartient, par sa nature, aux engrais organiques. Du moins des analyses faites sur plusieurs sub-

stances marneuses y ont indiqué la présence de matières azotées. Et cela n'a rien qui doive surprendre, quand on réfléchit aux circonstances géologiques dans lesquelles les dépôts marneux se sont formés. J'ai dit que les calcaires argileux répondent, par leur âge, aux formations les plus récentes; souvent ils sont accompagnés de nombreux débris qui attestent la présence des êtres organisés, et l'on connaît plusieurs de ces dépôts qui sont formés presque en totalité de détritus de coquilles : tel est le falun exploité en Touraine. Il n'y a donc rien que de très-naturel à ce que des masses minérales d'une semblable origine renferment une partie des éléments qui constituaient la substance organisée des animaux et des plantes qui ont été enfouis à l'époque où elles se sont déposées. Une marne de l'Enguy (Yonne), recueillie par M. de Gasparin, a donné à l'analyse près de 0,002 d'azote. Une autre variété du département du Bas-Rhin en contient plus de 0,001. La recherche des matières organiques azotées dans les marnes doit donc s'ajouter à celle qui a pour objet la détermination des substances minérales; et il est possible que cette matière azotée contribue à l'action fertilisante vraiment extraordinaire produite par des marnes de certaines localités. »

Le marnage se fait ordinairement vers la fin de l'automne. Il s'exécute à peu près comme le chaulage, c'est-à-dire qu'on dépose la marne en petits tas également espacés; elle se réduit en poussière avant la saison du labour. Alors on la répand sur le sol d'une manière égale; après quoi l'on herse fortement, et l'on pratique plusieurs labours peu profonds. Il est important, dans ces opérations successives, de bien diviser la marne, afin de mieux l'incorporer au sol.

Lorsque la marne sort du sein de la terre, elle est encore en fragments; mais elle a la propriété de se réduire en poudre par l'effet des influences atmosphériques. On ne l'emploie, d'ailleurs, qu'après un séjour d'un ou deux ans près de la marnière; de sorte qu'elle est déjà brisée, en

grande partie, quand on la transporte sur le sol qu'on veut fertiliser.

Il n'est guère possible d'indiquer d'une manière précise la quantité de marne nécessaire à l'amendement d'une surface donnée; cependant on pose généralement en principe que les terres qui renferment plus de 9 pour 100 de carbonate de chaux peuvent se passer d'amendement calcaire, et que celles qui en contiennent moins doivent être marnées jusqu'à ce qu'elles arrivent à présenter, dans leur composition, cette proportion de 9 pour 100 de calcaire.

Quelquefois les agriculteurs emploient des quantités exorbitantes de marne, sans autre motif que celui de l'habitude. Outre le surcroît de dépenses qu'entraîne cette opération, elle est souvent inutile et quelquefois nuisible. C'est ce qui arrive quand on marne à forte dose un sol légèrement calcarifère avec une marne riche en calcaire, ou encore une terre calcaréo-argileuse avec une marne riche en argile. En tout, et particulièrement en agriculture, il faut procéder avec discernement, sous peine de détériorer au lieu d'améliorer.

Lorsqu'on opère sur des sols entièrement privés de l'élément calcaire, comme, par exemple, ceux de la Sologne, on peut marner à forte dose, ou amender avec n'importe quelle matière calcaire meuble, comme des faluns ou toute autre. Grâce alors au calcaire les qualités physiques du sol changent en même temps que sa force productive. Il devient plus ferme, moins humide en hiver, moins promptement sec en été, et, par la seule résistance qu'il oppose au pied, on s'aperçoit de sa métamorphose.

Le gouvernement, qui entre sérieusement aujourd'hui dans la voie des grandes améliorations agricoles, se dispose, dit-on, à porter, dans cette même Sologne, le principe calcaire qui lui manque. A cet effet, on doit creuser un canal de *petite navigation et de limonage*, qui portera dans son sein les eaux marneuses et limoneuses des crues

ıudre, en même temps qu'il permettra de transporter prix modérés les marnes qu'on commence à trou-ındamment à Blancafort et ailleurs. Tout fait donc que les vastes plateaux de la Sologne, dont la sté-; l'insalubrité sont proverbiales, deviendront plus ifs, et, par conséquent, plus habitables; car, dès que roduit, le cultivateur plus actif pense, s'ingénie, dé-creuse les fossés d'égout nécessaires à son assainis-; et, ainsi, le problème hygiénique se résout à la : problème agricole.

ılication de la marne à la culture des céréales et des produit des améliorations incontestables. On cite 's exemples de terres arides qui donnaient à peine s chétives récoltes de seigle, et qui produisent main-au moyen du marnage, de bonnes récoltes de fro-e Norfolkshire, qui n'offrait, il y a à peine un siècle, landes et des bruyères, est maintenant, grâce aux nents calcaires, une des contrées les plus riches et ıx cultivées de l'Angleterre. Ces heureux effets se tir durant dix, quinze et vingt ans, au bout des-faut faire un nouveau marnage si l'on veut con-ıu sol toute sa fertilité; car l'action de la marne, celle de la chaux, diminue graduellement, à me-; l'élément calcaire disparaît, par suite de récoltes ves qui l'absorbent et du lavage des eaux pluviales raînent. On conçoit bien qu'on n'attend pas, pour l'équilibre, l'épuisement total qui s'annonce, du ıffisamment par la diminution des récoltes, et par arition des plantes acides, comme les oseilles, les :tc.

âtre est aussi l'un des engrais minéraux les plus usi-lécouverte de son action sur la végétation marque lante époque dans les fastes agricoles. Ce fut vers ı du dix-huitième siècle qu'un ministre protestant, Mayer, étudia cette substance comme engrais. Le

brillant résultat qu'il en obtint sur les fourrages fut bientôt connu dans toute l'Europe, et jusqu'en Amérique, où les effets surprenants du plâtrage furent bientôt confirmés par l'imposante autorité de Franklin.

Les effets du plâtre ayant, dans les deux mondes, excité des transports d'admiration, on considéra d'abord cette substance comme un stimulant favorable à toutes les cultures et à tous les sols; mais la pratique ne tarda pas à faire reconnaître que, pour agir avec efficacité, le plâtre, comme la chaux, comme la marne, a besoin du concours d'engrais organiques; car l'effet en est presque nul quand le sol est entièrement dépourvu de ces engrais. L'expérience prouva en outre qu'il n'agit utilement que sur un nombre limité d'espèces végétales. Aujourd'hui il est bien reconnu qu'au moyen de deux à trois cents kilogrammes de plâtre répandus sur un hectare, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc., prennent un développement considérable et presque double de celui qu'on obtient sans l'emploi de cette substance; les feuilles de ces plantes deviennent alors plus nombreuses, plus larges et d'un vert plus foncé; les racines participent également à cette augmentation de poids. Le colza, la navette, le chanvre, le lin, le sarrasin, les vesces, les pois, les haricots prospèrent aussi au moyen du plâtrage; mais l'action du plâtre est douteuse sur les récoltes sarclées; et les céréales, nous le répétons, n'en ressentent aucun effet appréciable.

L'époque la plus convenable pour plâtrer est généralement le printemps, alors que les plantes présentent déjà un certain développement. C'est surtout le matin qu'il convient de répandre cette poudre blanche, afin qu'elle adhère momentanément aux feuilles encore mouillées par la rosée. On obtient aussi de très-bons effets en incorporant le plâtre au sol à l'époque des labours d'automne; mais, par la raison que tout engrais inorganique agit avec d'autant plus d'énergie qu'il est plus divisé, on regarde la méthode de sau-

:r comme la meilleure, parce que le plâtre, s'attachant
ıilles humides, ne s'en détache ensuite que peu à peu,
épartit ainsi plus uniformément.
ȝénéral, la proportion de plâtre qu'on répand sur un
: varie entre deux cents et deux mille kilogrammes,
a nature des sols et des cultures. Malheureusement
en est souvent assez élevé pour influer sur la quan-
; doses, et pour en faire quelquefois rejeter l'emploi.
tion du plâtre sur les herbages est si extraordinaire,
:n est si prompt, si merveilleux, qu'il peut aller jus-
ipler les produits de certaines cultures; aussi les sa-
e sont-ils empressés d'en rechercher la cause, ce qui
é lieu à de nombreuses théories dont nous citerons
ıcipales. L'illustre chimiste Davy, ayant reconnu de
proportions de sulfate de chaux dans les cendres de
x qui s'étaient développés sur un sol plâtré, admit
, végétaux avaient absorbé cette substance par leurs
. Ainsi, selon Davy, le plâtre agirait en fournissant à
es plantes un de leurs éléments nutritifs; il se com-
it, à leur égard, comme se comporte le carbonate de
qui se trouve dans le sol, et qui est également ab-
ar les racines des plantes, après avoir été dissous par
ıx chargées d'acide carbonique.
cette théorie tombe devant les observations posté-
de MM. de Gasparin et Boussingault. Le premier de
onomes a analysé les cendres de luzerne cultivée sur
plâtré, et il n'y a point trouvé de sulfate de chaux;
ıd a constaté que les navets, les pommes de terre,
: d'avoine, qui ne sont jamais plâtrées, contiennent
sulfate de chaux que le trèfle, et que le trèfle con-
us de chaux que toutes les autres plantes; d'où il
u que la chaux était l'élément qu'il fallait fournir
e. M. Boussingault, dont l'opinion est ici d'un grand
pense que le plâtre n'agit utilement sur les prai-
ificielles qu'en introduisant de la chaux dans le sol;

mais cette opinion n'est pas partagée par quelques agriculteurs qui ont observé les bons effets du plâtre sur les terres calcarifères. Ainsi les théories qu'on a présentées jusqu'à ce jour pour expliquer les effets du plâtre sur les prairies artificielles laissent encore beaucoup à désirer. « Peut-être, dit M. Becquerel, le plâtre agit-il seulement en excitant puissamment les organes respiratoires des plantes. » Au reste, peu importe l'explication qu'on adopte à cet égard. Ce qu'il y a d'essentiel pour le cultivateur, c'est de savoir que, dans les circonstances que nous venons d'indiquer, le plâtrage produit de très-bons résultats.

On pense, en général, que les plantes à cosses doivent être moins plâtrées que les herbages, si l'on veut éviter qu'elles poussent plus en feuilles qu'en graines; et c'est précisément cette abondance de feuillage que provoque l'action du plâtre qui doit nous engager à réserver plus particulièrement cette substance pour la culture des fourrages, dont les feuilles sont le principal produit.

Tout ce que nous avons dit du plâtre s'applique également au *gypse*, ou *plâtre cru*, bien divisé. Les plâtras, qui ne sont autre chose que du plâtre gâché, ayant subi une longue exposition aux influences atmosphériques, fournissent aussi de bons matériaux qui agissent mécaniquement à raison de la grosseur de leurs fragments, et chimiquement à raison de leur composition.

L'*argile*, les *sables siliceux*, les *graviers*, peuvent eux-mêmes, dans maintes circonstances, fournir aux sols vicieux d'utiles amendements, soit en leur apportant l'élément qui leur manque, soit, plus fréquemment encore, en modifiant les propriétés physiques des terres. Ainsi, par sa consistance et par sa propriété de retenir l'eau et les gaz ammoniacaux, l'argile est très-favorable aux terres siliceuses; elle leur donne du liant et du corps, en même temps qu'elle leur transmet des facultés hygroscopiques.

Quant au sable siliceux, c'est dans les terres argileuses,



tenaces et humides qu'on pourrait le répandre, s'il s'y incorporait d'une manière stable; mais, le plus souvent, il s'enfonce au-dessous du labour. Le sol argileux tenace est très-difficile à amender; des matières crayeuses peuvent cependant lui faire perdre une partie de sa consistance: mais le meilleur moyen de remédier à cet inconvénient est l'*écobuage*, opération qui, en calcinant l'argile, lui enlève son eau de composition, à tel point qu'elle perd sa plasticité et devient elle-même propre à ameublir un sol compacte.

Le sable siliceux des bords de la mer s'emploie dans quelques localités, à cause des particules salines qu'il contient, et qui sont un stimulant pour la végétation. C'est ainsi qu'en Bretagne, pour la culture du sarrasin, on transporte le sable salé dans des basses-cours; là, on le mêle à une égale quantité de terre et à diverses plantes marines que les flots rejettent sur la côte. Ce mélange, auquel on ajoute les déjections des animaux domestiques, produit un bon engrais.

A défaut de sable, on peut diminuer la ténacité et la consistance du sol, en employant toute substance favorable à la division des terres. Ainsi l'on peut quelquefois introduire avec avantage, dans les sols argileux compactes, des graviers, des pierrailles, etc. Au contraire, lorsque le sol est trop meuble, on lui donne de la consistance, en y mêlant des matières plus ou moins argileuse, des marnes, des limons, etc., qui s'unissent facilement avec le sable dont la terre est surabondamment pourvue. Malheureusement la plupart de ces mélanges sont rarement réalisables dans la pratique; car le défoncement du sol, le transport et l'incorporation des matériaux sont des opérations dispendieuses qui exigent le sacrifice de sommes quelquefois considérables; aussi n'est-ce qu'avec prudence, et après des essais préalables et satisfaisants, qu'on doit se décider à modifier ainsi la nature d'un sol ingrat.

Les *Cendres* des végétaux, par leurs substances alcalines

et terreuses, sont éminemment propres à la fertilisation du sol. Leur efficacité est si bien constatée, que les peuples les moins avancés en agriculture n'ont pas d'autre engrais. La première opération du planteur, au Brésil, consiste à abattre les arbres, et trois mois après, lorsque la sécheresse a rendu leur combustion possible, il y met le feu. Les gros troncs d'arbres résistent à l'incendie et restent couchés sur le sol où ils pourrissent en vieillissant; les troncs maniables, les grosses branches non consumés, servent à établir des clôtures grossières; et, à la suite des premières pluies, on plante dans les enclos du manioc, du maïs et des haricots. Nous avons retrouvé la même pratique sur les côtes occidentales d'Afrique. Ces terres ne reçoivent jamais ni labour ni fumier, et sont extrêmement productives. Après la récolte, l'herbe y croît spontanément et forme d'excellents pâturages. On laisse ces terres au repos durant quatre ou cinq ans, au bout desquels elles se trouvent encore couvertes de jeunes arbres qu'on abat de nouveau pour recommencer la même série d'opérations.

En Europe, l'application des cendres, comme principe fertilisant, se fait de la même manière que lorsqu'il s'agit de répandre de la chaux sur le sol; et, afin de mieux les incorporer à la terre, on est dans l'usage d'attendre une légère pluie. La dose de cendres qu'on emploie est variable; en général, on peut l'évaluer en moyenne à 25 hectolitres par hectare. Les effets de cet engrais sont très-remarquables, surtout sur les prairies naturelles; ils sont appréciables aussi sur le colza et le trèfle.

Dans quelques contrées, comme en Flandre, on brûle la tourbe pour en recueillir les cendres, et les bons effets qui résultent de leur emploi sur la plupart des cultures sont attestés par tous les agriculteurs. En Hollande, où l'on brûle une tourbe noirâtre ayant séjourné dans des eaux saumâtres, les cendres sont plus riches encore en principes fertilisants. On en fait une grande consommation.



Employé dans certaines proportions, le *Sel marin* est utile à la végétation, mais seulement dans les terres humides. Cette substance s'emploie beaucoup en Allemagne, où généralement on lui attribue une grande vertu fertilisante. Il résulte d'expériences réitérées qu'en répandant de deux à cinq cents kilogrammes de sel sur un hectare de terres fumées, on augmente le rendement des récoltes en même temps qu'on améliore la qualité des produits. En ce qui concerne les céréales, la dose la plus favorable au rendement en grains est de trois à quatre cents kilogrammes par hectare. Si l'on dépasse cette dose, on obtient proportionnellement plus de paille que de grains, et les récoltes sont susceptibles de verser.

La meilleure manière d'incorporer le sel au sol consiste à le faire dissoudre dans l'eau, et à répandre cette dissolution sous forme d'arrosement. Quelquefois on mélange le sel avec les fumiers, les composts; enfin, dans les lieux où l'on élève beaucoup de bétail, on fait manger le sel aux animaux. Cette pratique est très-bonne; car, non-seulement le sel est favorable au bétail; mais, passant dans les urines et dans les excréments des animaux, il augmente, par cela même, la valeur du fumier.

Le sel guérit la maladie des pommes de terre : c'est ce qui résulte des expériences de M. Teschemacher, faites aux États-Unis d'Amérique. Ces expériences ont été reprises à Paris par M. Neumann, qui en a obtenu à peu près les mêmes résultats. Dans un terrain de la rue de Buffon, dépendant du Jardin des Plantes, M. Neumann a planté vingt-quatre litres de pommes de terre, attaquées de la maladie, en les immergeant préalablement, pendant deux heures, dans de l'eau saturée de sel. La récolte a été de cent soixante-huit litres, dont trois seulement de malades. Une autre expérience, faite dans les mêmes conditions, mais sans immersion préalable dans l'eau salée, a donné pour produit seulement cent vingt litres, dont moitié attaquées par la maladie.

Ce fait, très-significatif, permet de penser que le sel, dont la vertu s'oppose à la décomposition des matières organiques, agit probablement de même au contact du tubercule malade.

L'efficacité du sel sur la végétation est d'ailleurs si bien constatée, que, sur quelques côtes maritimes de la France, il n'est point rare de voir les agriculteurs arroser les fumiers avec de l'eau de mer; les sables, les goëmons, le merl, qu'on recueille sur les plages, sont plus ou moins imprégnés de sel, et s'emploient en Bretagne avec succès. L'inépuisable fécondité des polders de la Hollande, vastes terrains conquis sur la mer; l'emploi très-favorable des saumures provenant de la salaison des harengs, ainsi que cela a lieu aux environs de Dieppe, de Saint-Valery-en-Caux et des autres petits ports de la haute Normandie; l'heureuse application des résidus des mines de sel en Allemagne, et en France, de celles de la Meurthe et du Doubs, sont autant de faits qui témoignent de l'efficacité du sel comme engrais. Si les expériences tentées pour constater la vertu fertilisante du sel n'ont pas obtenu partout le même résultat, c'est que le sel, comme les autres engrais minéraux, a probablement des effets qui varient selon l'hygroscopicité et la nature du sol. Au reste, pour être avantageux à la végétation, le sel ne doit entrer dans le sol qu'à raison d'un à deux centièmes. Les terres qui en contiennent une forte quantité sont vouées à une stérilité complète, et ne portent que des plantes maritimes. Au contraire, les prairies sont excellentes dans les terres naturellement salées, comme les grèves des côtes maritimes ; et tout le monde sait combien elles sont favorables aux moutons qui les broutent.

Dans l'application des engrais minéraux qu'on emploie pour donner à la terre une constitution convenable, il ne faut jamais perdre de vue que, non-seulement on a pour objet d'apporter au sol les éléments minéralogiques qui lui manquent ou dont il n'a qu'une dose insuffisante, mais en-

core qu'on se propose d'en améliorer les propriétés physiques.

On sait que la trop grande chaleur d'un sol est produite par sa coloration foncée, par son manque de profondeur, ou encore parce qu'il contient des cailloux calcaires et siliceux qui ont la propriété de conserver la chaleur. On remédie à cet inconvénient en transportant sur le sol des marnes, des matières crayeuses blanchâtres qui réfléchissent la chaleur; le défaut de profondeur se corrige par de profonds labours; enfin, les cailloux siliceux et calcaires peuvent s'enlever. Il est inutile d'ajouter que, lorsqu'on a de l'eau à sa disposition, l'intensité de la chaleur n'est plus à craindre.

Le sol est froid, au contraire, soit à cause de sa couleur blanchâtre, soit par sa trop grande humidité. On remédie au manque de chaleur en couvrant la surface du sol de matières noirâtres ou brunâtres, telles que schistes brisés ou sables ocreux. Ces opérations, qu'indique la théorie, doivent être renouvelées tous les ans, lorsque les champs sont ensemencés; car, pour atteindre ce but, on ne répand qu'une couche fort légère de ces matières pulvérulentes dont la couleur sombre absorbe la chaleur.

Si le sol est trop humide, on lui enlève cette surabondance d'humidité en lui incorporant des graviers, des pierrailles, des schistes, qui facilitent l'infiltration des eaux. Lorsque ces moyens ne suffisent pas, on a recours à des tranchées, à des saignées plus ou moins rapprochées, plus ou moins profondes, dont on rétrécit la largeur de manière à produire de chaque côté, vers le fond, une sorte d'épaulement. Cet épaulement est recouvert de mottes de gazon renversées de telle sorte que l'herbe soit en dessous; et par-dessus ces mottes on dispose des branchages, des pierrailles, qu'on recouvre de terre. Par ce moyen, les eaux s'écoulent souterrainement jusqu'aux parties les plus basses du sol ou jusqu'à des fossés collecteurs.

Ces tranchées fonctionnent dix à quinze ans ; elles sont indispensables dans les sols marécageux où elles produisent des effets surprenants, comme le démontrent suffisamment les riches pâturages du pays de Bray et du pays d'Auge, en Normandie, qui n'étaient autrefois que des marais insalubres et stériles.

Quelquefois on creuse un *puits absorbant* ou *boitout* dans une fosse, au centre de la partie la plus basse du sol que l'on veut égoutter. Ce travail s'exécute en pratiquant d'abord une excavation circulaire dont l'orifice présente environ cinq mètres de diamètre ; on diminue ce diamètre à mesure que l'on descend, afin que les parois disposées en talus ne s'éboulent pas. A une profondeur qui dépasse rarement quatre à cinq mètres, on arrête l'excavation ; et l'on pratique à son centre, un forage qui pénètre au-dessous de la couche imperméable. On introduit alors dans le trou de sonde un tube de bois d'orme ou de chêne, et pour prévenir l'engorgement de ce tube, on en recouvre l'orifice supérieur avec de petites branches d'arbres ; puis, on place par-dessus une grosse pierre plate dont les côtés reposent sur deux autres pierres latérales ; enfin on remplit presque entièrement l'excavation avec des pierres. Ces travaux terminés, les eaux, qu'on a soin de faire successivement converger les jours suivants, au moyen de tranchées, vers ce puits absorbant, y disparaissent par infiltration.

Les saignées couvertes et les puits absorbants destinés à égoutter les terres argileuses, froides et humides, sont connus depuis longtemps de nos agriculteurs ; mais cette pratique, sous le nom de *Drainage*, vient de recevoir chez nos voisins, qui en ont obtenu les plus beaux résultats, un tel développement, qu'il convient d'entrer ici dans quelques détails à cet égard. Le drainage se pratique avec un grand avantage, surtout en Angleterre, en Écosse et en Belgique, où l'on assure que c'est une des plus fécondes inventions de l'agriculture moderne. Et, en effet, la théorie

et la pratique s'accordent à reconnaître les graves inconvénients de ces eaux stagnantes qui perdent leur oxygène, altèrent les radicelles des plantes, neutralisent l'action des composés salins, en même temps qu'elles excitent la végétation des plantes parasites impropres à la nourriture de l'homme et des animaux domestiques. Il est bien reconnu, d'ailleurs, qu'un excès d'humidité dans la terre diminue le pouvoir fertilisant des engrais organiques, abaisse d'une manière notable la température du sol, et s'oppose à l'accès de l'air atmosphérique, dont la présence est indispensable aux plantes alimentaires.

Le drainage se distingue des saignées couvertes par la plus grande profondeur donnée aux tranchées, et surtout par l'emploi de tuiles particulières qu'on y place en ados sur des briques horizontales, ce qui constitue un véritable conduit d'égout; car l'eau s'infiltre par les intervalles de jonction et s'écoule en suivant la pente naturelle qu'on donne à ces conduits. On se sert avec plus de succès encore de tuyaux cylindriques, en poterie, que l'on place, comme les tuiles, au fond des tranchées, sur un sol bien uni. Ces tuyaux, de trois à dix centimètres de diamètre, sont ajustés bout à bout et recouverts à leur jonction par une sorte de manchon; on les place à une profondeur d'un mètre à un mètre et demi, et dans le sens de la pente naturelle de la surface du terrain; puis on les recouvre de gazon, de fascines et de terre, en sorte que rien ne paraît à la surface. Les tranchées, aussi étroites que possible, sont espacées entre elles de huit à quinze mètres, selon le degré d'humidité du sol, et les tuyaux qu'elles reçoivent aboutissent, soit directement, soit par le moyen de tuyaux collecteurs, à des fossés où les eaux trouvent un écoulement naturel.

C'est ainsi qu'on égoutte les terres argileuses et froides de l'Angleterre. La nature du sol de cette contrée, l'humidité du climat, l'inconstance de la chaleur solaire rendent souvent le drainage indispensable; et, lorsqu'il est

exécuté dans de bonnes conditions, non-seulement il augmente la fertilité des terres, en même temps que la quantité de leurs produits, mais encore il permet de modifier avantageusement les assolements du sol. Le drainage avance d'ailleurs la croissance des plantes et l'époque de leur maturité; il réduit la quantité d'engrais à employer; en ameublissant la terre forte, il accélère le travail des hommes et des animaux, et les labours y sont plus parfaits; enfin, il exerce une influence directe sur la salubrité du climat; car il diminue les brouillards et les fièvres. Tant d'avantages prouvent surabondamment que l'égouttage des terres humides, au moyen de drains, est une opération des plus utiles et des plus avantageuses.

On s'accorde généralement à reconnaître que les frais de drainage, frais qui peuvent s'élever de 100 à 120 francs par hectare avec des drains espacés de dix à douze mètres, sont quelquefois payés par l'accroissement du produit d'une seule récolte. On comprend toute l'importance d'un tel résultat, surtout si, comme on le dit, ces conduits d'égouts peuvent durer le laps de vingt-cinq à trente ans; aussi la pratique du drainage est-elle destinée à se répandre dans bien des contrées, particulièrement dans les sols plats, humides et peu perméables. Au surplus, cette opération n'est pas aussi longue qu'on pourrait le croire de prime abord; car l'application des forces mécaniques à la confection des tuyaux de poteries, le perfectionnement des outils et des procédés employés, soit au creusement des tranchées étroites et profondes, soit au placement des tuyaux, ainsi que plusieurs autres détails d'exécution, permettent aujourd'hui d'entreprendre l'assainissement des sols humides avec autant de rapidité que d'économie.

Quant à la sécheresse du sol, elle provient le plus souvent de l'absence d'argile, quelquefois de la trop grande profondeur du réservoir inférieur des eaux, ou d'un sous-sol compacte, qui s'oppose à l'ascension de l'humidité par

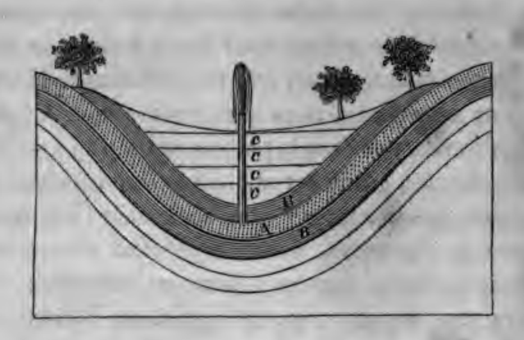


de capillarité. Si ce sous-sol compacte a peu d'épaisseur, eut tenter de le défoncer sur divers points, ou bien en y faire des forages répétés qui établissent la commu-ion du sol avec les eaux souterraines dont la géologie ıstaté l'existence dans la plupart des terrains modernes.

Irrigation en grand est quelquefois un excellent amen-ent pour les terres; car, non-seulement l'eau est indis-able à la végétation, mais elle devient encore souvent ngrais précieux, par les substances minérales et orga-es qu'elle dépose : les débordements périodiques du t d'autres grands fleuves en sont un exemple frappant. i une inondation passagère, pratiquée à l'aide de bar-s, d'écluses ou de canaux, favorise-t-elle singulièrement l qui la reçoit, surtout quand ce sont des eaux cou-s, parce que, dans leur parcours, elles se chargent facilement des éléments de la fertilisation.

s nappes aquifères qui existent à diverses profondeurs l'intérieur de la terre peuvent elles-mêmes servir à fé-er les champs; car, au moyen d'un *forage,* on peut ra-er ces eaux à la surface du sol et s'en servir pour l'ir-ion. Cette belle découverte, toute française, est aujour-i facile à expliquer, grâce aux récents progrès de la ıce.

ı géologie nous apprend que la plupart des couches qui tituent l'écorce terrestre ont été dérangées de leurs posi-primitives par l'action de soulèvements et d'affaisse-ts; de sorte qu'elles présentent aujourd'hui une série dulations. Les parties relevées de ces couches se mon-à la surface, tandis que les parties non relevées ont été uvertes par des dépôts postérieurs, comme dans la e suivante.



La couche A, formée de graviers ou de sable, est placée entre deux couches d'argile imperméable B B. Les dépôts C C C C ont été formés postérieurement et recouvrent en partie les couches redressées dont nous venons de parler. Or, comme l'eau de la surface s'infiltre à travers tout dépôt perméable, elle pénétrera facilement dans la couche A par ses parties dénudées, en suivra les contours et s'y accumulera d'autant plus qu'elle n'aura aucune issue pour en sortir : il se formera donc ainsi un réservoir d'eau souterrain. Maintenant, si l'on vient à percer toutes les couches C et la couche supérieure d'argile B, l'eau souterraine jaillira par le trou de sonde pour se mettre de niveau avec le point le plus élevé de la colonne d'eau qui la presse, comme cela arrive aux jets d'eau de nos jardins. Ceci posé, on conçoit que ces eaux s'élèvent à des hauteurs diverses : dans quelques contrées elle n'arrivent pas jusqu'à la surface ; dans d'autres, au contraire, elles s'élèvent à une hauteur prodigieuse, comme au puits artésien de Grenelle. Dans tous les cas, l'eau s'élève toujours au niveau de la partie supérieure des eaux du réservoir.

Ainsi, la condition essentielle pour obtenir un *puits artésien* est la présence d'une couche perméable, relevée suffisamment de toutes parts et aboutissant à la surface ; de plus, cette couche perméable doit être placée entre deux couches

méables. Les sondages profonds ont fait connaître xiste quelquefois plusieurs nappes d'eau souterraines posées de cette manière ; et, conformément à la théorie chaleur centrale, la nappe la plus profonde a toujours mpérature plus élevée que les autres.

près ce qui vient d'être dit, on conçoit que le jaillisit des eaux artésiennes peut aussi avoir lieu naturelt par des fissures résultant de dislocations diverses; l'explication de certaines sources jaillissantes et inibles, comme, par exemple, celles de Vaucluse et de s.

forage des puits artésiens entraîne quelquefois des ses considérables; car la rencontre de ces nappes ne guère être prévue que dans des bassins à stratification ère, présentant des alternances de sables et d'argiles, ie dans les terrains tertiaires. On sait que M. Héricart iury, établissant ses calculs d'après l'épaisseur des es observées sur plusieurs points du bassin parisien, annoncé qu'on ne trouverait, à Grenelle, de l'eau sante qu'à une profondeur de 550 à 560 mètres. Elle ouvée à 548 mètres, et à la température de 27° 8 aus de zéro. On voit combien les observations géologisont nécessaires dans de semblables recherches.

is c'est rarement à d'aussi grandes profondeurs qu'on opose d'aller chercher de l'eau ; à de telles conditions xigerait des travaux trop dispendieux. Heureuse- on trouve des eaux jaillissantes à des profondeurs oup moins considérables; et, grâce aux perfectionnes apportés aux forages à gros diamètre, ces sources, nt intarissables, finiront probablement par jouer un important en agriculture. On présume même qu'au n de ces eaux, il ne serait pas impossible de rendre à ture quelques parties des déserts de l'Afrique.

us avons passé en revue l'application raisonnée des ipaux engrais minéraux dont l'action et l'efficacité sont

bien reconnues; mais, comme ces substances ne se rencontrent pas toujours à la surface du sol, un propriétaire intelligent ne devrait jamais négliger de pratiquer quelques trous de sonde, jusqu'à 25 ou 30 mètres de profondeur, pour s'assurer de la nature des couches sous-jacentes. Une couche de marne, de gypse, de tourbe, de sel gemme trouvée ainsi, peut devenir une source de richesse dans un grand nombre de contrées. Au reste, cette opération lui sera toujours utile pour asseoir son jugement dans maintes circonstances où la nature du sous-sol est la source de certains vices du sol, vices auxquels on ne peut opposer un correctif efficace que lorsqu'on en connaît bien la cause.

En présence des grands résultats que l'agriculture retire tous les jours du remaniement bien entendu du sol, il serait oiseux d'en faire ressortir ici tous les avantages. Nous dirons seulement que diverses contrées d'Angleterre et d'Écosse doivent aux engrais inorganiques une partie de leur prospérité. Plusieurs localités de l'Allemagne et de la Belgique ont obtenu aussi d'excellents résultats. En France le seul département du Nord dépense tous les ans un million de francs en amendements, et c'est à ces agents d'amélioration qu'on doit attribuer la prodigieuse et intarissable fécondité de ce riche département.

Aujourd'hui, l'emploi de la marne, de la chaux, du gypse, de l'argile et du sable, etc., est parfaitement connu; mais on ne sait pas encore le parti qu'on pourrait peut-être tirer des matières bitumineuses, talqueuses, schisteuses, micacées, etc. Espérons que la création des chemins de fer, qui se multiplient de tous côtés sous les yeux de nos populations agricoles, fera reconnaître quelques nouveaux éléments de fertilité; et que, jetés d'espace en espace sur les propriétés ingrates du parcours, les déblais de ces grands travaux nous révéleront leur action sur la culture, surtout quand ces matériaux ameublis auront, durant quelques années, absorbé assez d'oxygène à l'atmosphère. Le fait sui-



vant, cité par Brard, vient à l'appui de cette opinion : Des travaux de recherche pour une mine de houille ayant été pratiqués dans une vigne, celle-ci poussa avec une vigueur remarquable sur tous les points où les débris de schistes bitumineux furent répandus. Nul doute que plusieurs autres matières enfouies dans le sol ne puissent servir aussi à d'utiles amendements. Or, rien ne favorise plus les expériences qu'on voudra tenter dans cette direction, que la création des chemins de fer. En effet, les matériaux se trouvent là, souvent défoncés, et le transport peut s'y faire à bon compte. Les propriétaires riverains ont donc une excellente occasion pour tenter au moins des essais sur quelques parties ingrates de leurs champs. Si ces opérations réussissaient, il suffirait de faire connaître les matières utilisées, de signaler les conditions de leur emploi et les résultats obtenus sur les diverses terres et les diverses cultures, pour s'acquérir une juste renommée et des droits à la reconnaissance publique. De pareils exemples seraient bientôt imités; et ainsi se propagerait, sur plusieurs points à la fois, la fertilisation d'un grand nombre de terres ingrates et incultes. Plus tard on déduirait une théorie générale, appuyée sur les faits ; et peu à peu disparaîtraient la plupart des contrées arides qui déparent encore le beau sol de la France. Sans doute, il est des contrées entières qui se trouvent malheureusement dans des conditions telles qu'on ne saurait, à leur égard, entreprendre avec fruit aucune sorte d'amendement; mais, en général, il n'est pas de terre située en pays de plaine qui ne soit susceptible de recevoir des améliorations notables par l'application raisonnée des matériaux que renferme le sol, soit à la surface, soit à diverses profondeurs.

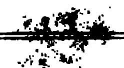
Au gouvernement surtout il appartient de favoriser de pareilles entreprises; il est temps, enfin, que le cultivateur sorte du cercle étroit et vicieux dans lequel il se meut. Nous appelons de tous nos vœux une sage administration qui, réhabilitant aux yeux de la société ce patient travailleur

si injustement oublié, lui facilite les moyens d'acquérir certaines connaissances spéciales sans lesquelles il ne peut progresser; car, il faut bien le dire, sauf un petit nombre d'exceptions, jusqu'ici les bras et non la tête ont travaillé dans nos champs.

De tous les arts, l'agriculture est cependant celui qui exige le plus de connaissances diverses, d'observations sagaces, d'expériences ingénieuses. Pourquoi cette noble occupation, qui pourrait offrir aux jeunes gens de notre époque une carrière féconde, est-elle en quelque sorte délaissée par eux? Par quelle aberration d'esprit le travailleur intelligent, s'écartant de toutes les traditions, de tous les sentiments naturels, de toutes les nobles aspirations du cœur, abandonne-t-il les champs pour venir s'étioler dans nos manufactures? Comment se fait-il, d'un autre côté, que l'industrie, qui amortit souvent l'intelligence par la division du travail, au point de faire quelquefois de l'homme un levier, une cheville ou une manivelle, voit chaque jour, au contraire, augmenter le nombre de ses ouvriers, parfois sans ouvrage? C'est que les gouvernements précédents se sont moins occupés du sort des ouvriers de la campagne que du sort des ouvriers de la ville. On a fait moins pour les premiers que pour les seconds. De là l'émigration vers les cités; de là aussi les crises industrielles et sociales qui en sont les conséquences. Non! jamais le cultivateur n'a reçu chez nous toute la part qui devrait lui revenir de protection, de lumière, de sollicitude gouvernementale! Abandonné à lui-même, sans guide, sans émulation, son intelligence, au lieu de grandir, est restée stationnaire; et, maintenant que se font sentir les conséquences déplorables de cet abandon, il ne faut rien moins que de sages institutions, lui permettant d'acquérir une instruction pratique qui lui manque et dont il ne peut plus se passer. Heureusement, le progrès agricole ne saurait se faire longtemps attendre; car la lumière commence à rayonner sur tous les points de cette

tante question; et déjà les hommes du pouvoir ac-
omprennent que, pour sortir de l'état de malaise dans
se trouve la société, il faut encourager l'agriculture,
ie, procédant sans relâche à la fertilisation intégrale
, elle en double les produits au profit de tous.
re tâche s'arrête ici. Après avoir mis en relief l'im-
ice de la géologie pour la découverte et l'extraction
chesses minérales, il entrait dans notre plan de
er aussi les secours que l'agriculteur peut retirer de
; de cette science. Comme on le voit par la partie qui
tache à notre sujet, l'agriculture raisonnée n'est pas
ient un art qui demande à ses adeptes beaucoup d'in-
nce et de pratique; c'est aussi une science immense,
ige le concours de connaissances sérieuses, à défaut
illes elle n'est plus qu'un métier purement manuel,
es pratiques hasardées, les méthodes routinières sont
santes pour obtenir du sol tout ce qu'il peut pro-

s les diverses excursions scientifiques que nous avons
re pour éclairer notre marche, nous avons évité, au-
ie possible, les formules abstraites, ou, plutôt, nous
cherché à les traduire en langage clair et concis.
forts seront récompensés si les agriculteurs trouvent
e travail les notions élémentaires indispensables pour
uer convenablement le sol, théâtre de leurs travaux.



VOCABULAIRE

DES

NCIPAUX TERMES SCIENTIFIQUES

EMPLOYÉS DANS CET OUVRAGE (1).

A

AIRE. Qui a la forme d'un prisme aminci et allongé en forme d'ai-

S. Substances généralement caractérisées par une saveur aigre et pi-, rougissant la plupart des couleurs bleues végétales, et formant, par nion avec un oxyde ou avec une base salifiable, une classe de corps s sous le nom de *sels* (voyez ce mot). Les acides sont le résultat de la naison de certains corps simples avec l'oxygène ou avec l'hydrogène : e premier cas, on les nomme *oxacides* (par abréviation, *acides*), et dans ond, *hydracides*.

AZOTIQUE ou **NITRIQUE**. Combinaison d'azote et d'oxygène. L'eau-st de l'acide azotique étendu d'eau.

CARBONIQUE. Combinaison de carbone et d'oxygène.

HYDROCHLORIQUE. Combinaison de chlore et d'hydrogène.

SULFURIQUE. Combinaison de soufre et d'oxygène.

LÉDONES. Classe de plantes dépourvues de lobes ou cotylédons (feuilles iles), comme les algues, les champignons, les mousses, etc.

ı de ne pas grossir inutilement ce vocabulaire, nous en écartons la plupart des rés, le sens des adjectifs et des verbes ne pouvant plus embarrasser dès qu'on ır le sens des substantifs. En effet, quand on connaît, par exemple, la valeur *azote*, *calorique*, *pétrification*, on voit tout de suite ce que signifient *azotique*, *e*, *pétrifier*. Les chiffres, à la fin de chaque article, indiquent les pages où sont ; différents sujets.

ACTION CHIMIQUE. Action qui a pour résultat de dissoudre, de décomposer ou de recomposer les corps.

ACTION ÉROSIVE. Action qui désagrége les masses minérales; elle est produite soit par l'eau en mouvement, soit par les agents atmosphériques.

ACTION MÉCANIQUE. On nomme ainsi, en géologie, l'action qui transporte, qui roule les fragments des roches.

ACTION PLUTONIQUE. Il faut entendre par ces mots l'action de laquelle sont résultées et résultent encore les émanations et les déjections de matières incandescentes provenant du foyer central; c'est la cause des tremblements de terre, des soulèvements, des déjections volcaniques et des effets métamorphiques.

ADAMANTIN. Se dit, en général, des minéraux qui approchent de l'éclat et de la dureté du diamant.

AÉROLITHES. Corps solides, tantôt terreux, tantôt métalliques, qui se précipitent de l'espace vers la terre, en produisant une traînée de lumière. (P. 20.)

AFFINAGE. Série de travaux qu'on exécute pour obtenir les métaux à l'état de pureté.

AFFINITÉ. On entend par ce mot, en chimie, la force par laquelle les molécules des corps se recherchent, s'attirent et s'attachent entre elles d'une manière plus ou moins énergique.

AFFLEUREMENT. Partie apparente à la surface du sol, d'un banc, d'un amas ou d'un filon, dont les autres parties recouvertes sont situées plus ou moins profondément. L'affleurement d'un gîte est presque toujours le résultat d'une action postérieure à la formation de ce gîte, comme, par exemple, d'un soulèvement, d'une dénudation, etc.

AGATE. Nom qu'on donne à des variétés de quartz hydraté, compacte, translucide, à pâte extrêmement fine, et dont l'aspect est céroïde. Les agates prennent les noms de *Calcédoines*, de *Cornalines*, de *Sardoines*, de *Chrysoprases*, selon qu'elles présentent des teintes blanchâtres, rougeâtres, jaunâtres ou vertes. On leur donne le nom d'*Onyx*, quand elles offrent des couleurs disposées par bandes parallèles. (Page 295.)

AGE RELATIF. Il faut entendre, par ces mots, l'époque de formation de telle ou telle masse minérale par rapport à telle autre.

AGENTS ÉROSIFS. Ce sont toutes les causes de destruction et de décomposition qui agissent sur les masses minérales, comme l'eau, le vent, la gelée, la chaleur et l'électricité. (P. 46.)

AGENTS PLUTONIQUES. On entend par ces mots l'action du foyer central d'où résultent ou sont résultés les épanchements de matière ignée, les déjections volcaniques, les soulèvements, les tremblements de terre, les dégagements de gaz, les effets de la chaleur centrale, le métamorphisme, etc. (P. 27.)

AGGLOMÉRATS. On nomme ainsi les masses minérales formées de fragments liés ensemble, par un ciment quelconque.

AGGLUTINÉ. Réuni par un ciment apparent ou non apparent.

AGRÉGAT. Assemblage de parties minérales liées entre elles par la cohésion. (*Voy.* ce mot.)

AIMANT. Oxyde de fer, noirâtre, d'un éclat métallique, attirable au barreau aimanté et magnétique. C'est le meilleur de tous les minerais de fer. (P. 355.)



ALABASTRITE. ALBATRE GYPSEUX. Substance gypseuse, blanche, translucide, avec laquelle on fabrique des objets de fantaisie. (P. 257.)

ALCALIS. Substances terreuses, rangées aujourd'hui dans une classe de matières qu'on nomme *bases salifiables*, parce qu'elles ont la propriété, en absorbant les acides, de former des sels. Les principaux alcalis sont : la potasse, la soude, l'ammoniaque et la chaux.

ALGUES. Groupe de plantes cryptogames (*Voy.* ce mot), vivant principalement dans les eaux douces et salées.

ALLIAGE. Union, sans mercure, de deux ou d'un plus grand nombre de métaux.

ALLURE. Marche, manière d'être d'un filon dans le terrain où il se trouve. On constate l'allure d'un filon ou d'une couche en déterminant sa direction, son inclinaison, sa longueur et son épaisseur.

ALLUVIONS. Accumulation successive de sable, d'argile, de calcaire, de graviers et autres fragments charriés par les fleuves jusqu'à la mer, ou délaissés par les cours d'eau partout où ceux-ci ralentissent leur marche. On dit aussi terrains d'alluvions, pour désigner les dépôts abandonnés par les eaux à des époques géologiques modernes. (P. 173.)

ALQUIFOUX. Les potiers nomment ainsi la galène pulvérisée qu'ils emploient pour vernir les poteries.

ALTERNANCE. Disposition que présentent les dépôts stratifiés composés de diverses sortes de roches qui se succèdent plusieurs fois sur une certaine épaisseur.

ALTITUDE. L'altitude d'une montagne, d'un plateau, etc., est déterminée par leur élévation au-dessus du niveau de la mer.

ALUMINE. Combinaison de l'aluminium avec l'oxygène. Cette substance provient, en grande partie, de la décomposition des matières feldspathiques; elle forme la base des argiles et des schistes argileux. Dans son plus grand état de pureté, l'alumine est représentée par le *saphir*, le *rubis*, etc.

ALUN. Sel soluble, astringent, d'une saveur acerbe particulière. (P. 281.)

ALUNITE. Roche qu'on trouve dans le voisinage des solfatares et des volcans anciens et modernes. Elle se compose d'acide sulfurique, d'alumine, de potasse et d'eau. (P. 281.)

AMALGAME. Combinaison d'un métal quelconque avec le mercure.

AMAS. Masses minérales plus ou moins volumineuses, irrégulières et non stratifiées qui se trouvent subordonnées à des matières d'une nature différente. Les amas d'origine ignée sont dits transversaux lorsqu'ils coupent transversalement les terrains stratifiés. (P. 325.)

AMBIANT. Qui enveloppe de toutes parts : l'eau est le milieu ambiant où vivent les poissons; l'air est celui des animaux terrestres, etc.

AMBRE. *Voy.* Succin.

AMENDEMENT DES TERRES. Amender les terres, c'est corriger, modifier les vices du sol par les divers moyens qu'indiquent la chimie, la géologie et la physique; c'est apporter au sol les éléments de fécondité qui lui manquent; c'est, en un mot, constituer la terre végétale de manière à ce qu'elle soit plus productive. (P. 465.)

ÉTHYSTE. Quartz hyalin coloré en violet par l'oxyde de manganèse. L'
éthyste est employée dans la bijouterie. (P. 294.)

IANTE. Minéral filamenteux, incombustible, d'un aspect soyeux, dont o
ait des mèches et des tissus qui résistent au feu. (P. 289.)

IORPHE. Qui n'a pas de forme bien déterminée ou distincte. On désig
ainsi les minéraux qui se présentent sans cristallisation.

MPÉLITE. Roche anthraciteuse, ordinairement schisteuse, noirâtre et tachan
les doigts. On en fait des crayons dont se servent les charpentiers.

AMPHIBOLE. Minéral ordinairement verdâtre ou blanc verdâtre, quelquefo
noir et brillant, à texture souvent fibreuse très-caractéristique; composé pr
cipalement de silice, d'alumine, de fer, de chaux et de magnésie.

AMPHIBOLITE. On donne ce nom à des roches essentiellement compo
d'amphibole à l'état cristallin, et présentant, comme éléments accessoires,
feldspath, du quartz, et quelques autres minéraux plus ou moins distincts.

AMPHIGÈNE. Substance vitreuse, translucide, le plus souvent incolore, cr
tallisant en dodécaèdres rhomboïdaux, et composée de silice, d'alumine et
potasse; elle se trouve disséminée dans les produits volcaniques anciens
l'Italie.

AMPHIGÉNITE. Roche basaltique, dans laquelle le feldspath est en gra
partie remplacé par de l'amphigène.

ANALOGUE. C'est-à-dire qui a de l'analogie, de la ressemblance avec une ma
tière minérale ou un corps organique dont on se sert comme terme de com
paraison.

ANALYSE CHIMIQUE. Série d'opérations par lesquelles on décompose
corps pour en connaître les principes élémentaires. Quand on reproduit
même corps en plaçant ses principes élémentaires sous des conditions tel
qu'ils puissent se combiner entre eux dans les mêmes proportions déterm
cette opération prend le nom de *synthèse*.

ANHYDRE. Qui ne contient pas d'eau. Un sel devient anhydre lorsqu'on l
enlève son eau de cristallisation.

ANHYDRITE. Sulfate de chaux ou gypse sans eau. (P. 257.)

ANORMAL. Irrégulier; qui n'est pas conforme à la règle; le contraire
normal.

ANTÉDILUVIEN. Se dit de tout ce qui est d'une époque antérieure à
du diluvium. (*Voy.* ce mot.)

ANTHRACITE. Combustible fossile, ressemblant à la houille, tach
doigts, privé de bitume, et brûlant sans flamme ni fumée. (P. 236.)

ANTIMOINE. Métal blanc bleuâtre, cassant et très-fusible; il est em
plus souvent sous forme d'alliage, particulièrement pour la fabricatio
ractères d'imprimerie. (P. 397.)

AQUEUSE. Les masses minérales sont dites de formation aqueuse lo
ont été formées par l'intervention de l'eau.

AQUIFÈRE. Qui contient de l'eau.

ARCHÉOLOGIE. Science qui a pour objet l'étude des monuments
tiges des monuments antiques, pour y puiser des témoignages hi

ARDOISE. Roche schisteuse, à base de matières talqueuses très

mélangées parfois avec de l'argile et quelques autres substances, et se divisant facilement en feuillets. (P. 212.)

ARÉNACÉ. Qui est sans cohérence, qui a la forme et la consistance du sable.

ARGILE. Roche se délayant et faisant pâte avec l'eau; elle est essentiellement composée d'alumine, de silice et d'eau, dans le plus grand état de division. (P. 264, 423.)

ARKOSE. On donne ce nom à des roches conglomérées et composées de grains de quartz et de feldspath, réunis par un ciment presque toujours siliceux.

ARTÉSIEN. *Voy.* Puits artésiens.

ASPHALTE. Bitume noir, solide, à cassure vitreuse et conchoïdale, fusible à une température voisine de celle de l'eau bouillante. (P. 274.)

ASSISES. Division naturelle, par lits, des roches sédimentaires, marquées par de petits joints de stratification indiquant une interruption momentanée lors du dépôt.

ASTÉROÏDE. Nom donné à une multitude de petits corps qui circulent dans l'espace comme des astres en miniatures. Lorsqu'ils entrent dans notre sphère d'attraction, ils sont attirés par la terre et s'y précipitent; alors ils s'enflamment en traversant notre atmosphère. Ce sont, en un mot, des étoiles filantes, des aérolithes. (P. 20.)

ATMOSPHÈRE. Ensemble de la couche gazeuse qui environne le globe terrestre. On donne le nom d'*air* à cette partie seulement de la masse atmosphérique dans laquelle nous vivons. (P. 18.)

ATOME. Nom donné aux molécules indivisibles dont on suppose formées les parties élémentaires des corps, et entre lesquelles on admet que s'effectuent les combinaisons.

ATTERRISSEMENT. On donne plus particulièrement ce nom aux dépôts que forme la mer sur certains points des côtes maritimes.

ATTRACTION. Force qui sollicite les parties de la matière à se porter les unes vers les autres. C'est sans doute la loi la plus générale de la nature, puisque l'astronomie nous prouve avec évidence qu'elle régit tous les corps célestes disséminés dans l'espace. (P. 11.)

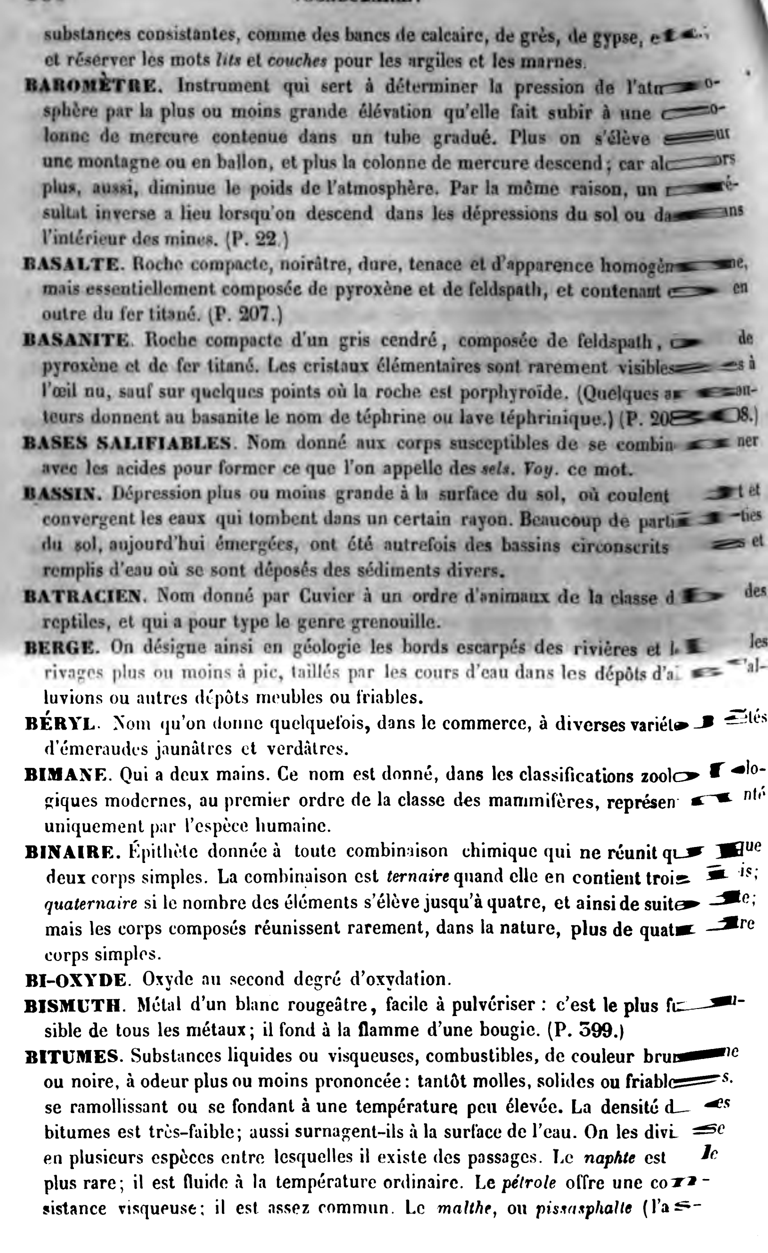
AVENTURINE. Nom qu'on donne à des variétés de quartz ou de feldspath colorés le plus souvent en rouge ou en jaune, et dans lesquelles de petites paillettes de mica, uniformément disséminées, forment des points brillants.

AXE DE LA TERRE. Ligne droite, idéale, passant par les pôles et par le centre de la terre, et sur laquelle s'opère le mouvement de rotation de notre planète.

AZOTE. Corps simple. (*Voy.* ces mots.) C'est un gaz inodore, incolore, insipide, très-répandu dans la nature, puisque l'air atmosphérique se compose de quatre parties d'azote et d'une d'oxygène. L'azote est un des principes constituants des végétaux et surtout des animaux. Isolé, il est impropre à la respiration et éteint les corps en combustion. (P. 433.)

B

BANC. On doit entendre plus particulièrement par *bancs* des strates formés de



substances consistantes, comme des bancs de calcaire, de grès, de gypse, etc., et réserver les mots *lits* et *couches* pour les argiles et les marnes.

BAROMÈTRE. Instrument qui sert à déterminer la pression de l'atmosphère par la plus ou moins grande élévation qu'elle fait subir à une colonne de mercure contenue dans un tube gradué. Plus on s'élève sur une montagne ou en ballon, et plus la colonne de mercure descend; car alors plus, aussi, diminue le poids de l'atmosphère. Par la même raison, un résultat inverse a lieu lorsqu'on descend dans les dépressions du sol ou dans l'intérieur des mines. (P. 22.)

BASALTE. Roche compacte, noirâtre, dure, tenace et d'apparence homogène, mais essentiellement composée de pyroxène et de feldspath, et contenant en outre du fer titané. (P. 207.)

BASANITE. Roche compacte d'un gris cendré, composée de feldspath, de pyroxène et de fer titané. Les cristaux élémentaires sont rarement visibles à l'œil nu, sauf sur quelques points où la roche est porphyroïde. (Quelques auteurs donnent au basanite le nom de téphrine ou lave téphrinique.) (P. 208.)

BASES SALIFIABLES. Nom donné aux corps susceptibles de se combiner avec les acides pour former ce que l'on appelle des *sels*. *Voy.* ce mot.

BASSIN. Dépression plus ou moins grande à la surface du sol, où coulent et convergent les eaux qui tombent dans un certain rayon. Beaucoup de parties du sol, aujourd'hui émergées, ont été autrefois des bassins circonscrits et remplis d'eau où se sont déposés des sédiments divers.

BATRACIEN. Nom donné par Cuvier à un ordre d'animaux de la classe des reptiles, et qui a pour type le genre grenouille.

BERGE. On désigne ainsi en géologie les bords escarpés des rivières et les rivages plus ou moins à pic, taillés par les cours d'eau dans les dépôts d'alluvions ou autres dépôts meubles ou friables.

BÉRYL. Nom qu'on donne quelquefois, dans le commerce, à diverses variétés d'émeraudes jaunâtres et verdâtres.

BIMANE. Qui a deux mains. Ce nom est donné, dans les classifications zoologiques modernes, au premier ordre de la classe des mammifères, représenté uniquement par l'espèce humaine.

BINAIRE. Épithète donnée à toute combinaison chimique qui ne réunit que deux corps simples. La combinaison est *ternaire* quand elle en contient trois; *quaternaire* si le nombre des éléments s'élève jusqu'à quatre, et ainsi de suite; mais les corps composés réunissent rarement, dans la nature, plus de quatre corps simples.

BI-OXYDE. Oxyde au second degré d'oxydation.

BISMUTH. Métal d'un blanc rougeâtre, facile à pulvériser : c'est le plus fusible de tous les métaux; il fond à la flamme d'une bougie. (P. 399.)

BITUMES. Substances liquides ou visqueuses, combustibles, de couleur brune ou noire, à odeur plus ou moins prononcée : tantôt molles, solides ou friables, se ramollissant ou se fondant à une température peu élevée. La densité des bitumes est très-faible; aussi surnagent-ils à la surface de l'eau. On les divise en plusieurs espèces entre lesquelles il existe des passages. Le *naphte* est le plus rare; il est fluide à la température ordinaire. Le *pétrole* offre une consistance visqueuse; il est assez commun. Le *malthe*, ou *pissasphalte* (l'as-

phalte du commerce), est une sorte de poix qui se durcit par le froid et se ramollit par la chaleur. L'*asphalte* (bitume de Judée) est toujours solide; il est connu de temps immémorial. (P. 273.)

BIVALVE. Coquille qui a deux valves ou deux battants à charnière, comme les huîtres, les moules, etc.

BLENDE. Sulfure de zinc; ce minerai accompagne presque toujours la galène. (P. 373.)

BLOCS ERRATIQUES. Fragments de roches, quelquefois très-volumineux, qu'on trouve dispersés, à divers niveaux, dans les alluvions anciennes. (P. 174 et suivantes.)

BOLIDES. Pierres météoriques. *Voy.* Aérolithes.

BORAX. Substance saline, blanche, soluble dans l'eau, d'une saveur douceâtre; utile au minéralogiste pour faciliter la fusion de certains minéraux. (P. 284.)

BRÈCHE. On désigne ainsi toutes les roches, et notamment les roches calcaires, composées de fragments anguleux, agglutinés ou soudés ensemble par un ciment quelconque. (P. 219.)

C

CALAMINE. Silicate de zinc, entremêlé presque toujours de carbonate de zinc. Il est jaunâtre ou blanchâtre, concrétionné ou terreux, formant quelquefois des masses compactes assez étendues. (P. 373.)

CALAMITES. Nom donné à des végétaux fossiles qu'on rencontre fréquemment dans l'étage houiller; on les rapporte à la famille des équisétacées. Ceux de nos végétaux actuels qui se rapprochent le plus de l'organisation des calamites sont les plantes demi-aquatiques qu'on appelle prêles.

CALCAIRE. Carbonate de chaux. On donne ce nom aux nombreuses roches composées d'acide carbonique et de chaux, qui se présentent à l'état cristallisé, compacte, terreux, concrétionné ou incrustant. Le calcaire est très-commun; on le rencontre avec abondance presque à tous les étages de la série sédimentaire. (P. 215, 424.)

CALCARIFÈRE, qui contient du calcaire.

CALCÉDOINE. *Voy.* Agate.

CALCINATION. Exposition des corps à l'action prolongée du calorique.

CALORIQUE. Fluide impondérable (*Voy.* ce mot) qui produit la sensation de la chaleur. En pénétrant dans les corps, ce fluide s'interpose entre leurs molécules, les dilate et les fait passer de l'état solide à l'état liquide, et de l'état liquide à l'état gazeux. L'existence matérielle du calorique n'est démontrée que par ses effets.

CAPILLARITÉ. Loi naturelle qui force les liquides à s'élever, lorsqu'ils sont en contact avec des corps solides susceptibles d'être mouillés par eux, et qui présentent des cavités d'une extrême petitesse. On attribue ce phénomène à la cohésion des liquides et à leur affinité pour les solides. C'est la capillarité qui fait monter l'huile au haut de la mèche, qui mouille entièrement un morceau de sucre quand le sucre ne plonge que par une extrémité dans un liquide quelconque. C'est encore la capillarité qui entretient la terre végétale

dans un état continuel d'humidité quand la terre végétale est près d'un cours d'eau, ou qu'elle repose sur un sol au-dessous duquel gisent des eaux artésiennes. (P. 447.)

CARAPACE. On nomme ainsi l'appareil résistant qui protége extérieurement le corps de certains animaux ou seulement quelques-unes de leurs parties, comme chez les tortues, les tatous, etc.

CARBONATE DE CHAUX. *Voy.* Calcaire.

CARBONE. Corps simple, combustible, très-répandu dans la nature. Pur et cristallisé, il constitue le diamant : c'est un des principes constituants des animaux et surtout des végétaux ; il abonde dans les combustibles fossiles, les bitumes, les huiles, etc.; il se trouve aussi dans l'air ou plutôt dans l'acide carbonique de l'atmosphère.

CARNASSIERS. Mammifères qui se repaissent de chair crue, et qui en sont fort avides, comme le tigre, le lion, la hyène, etc.

CARRÉ. En arithmétique, le carré d'un nombre est le produit qu'on obtient en multipliant ce nombre par lui-même : ainsi 16 est le carré de 4, parce que seize est le produit de quatre multiplié par quatre. 36 est le carré de 6, etc.

CASSURE. Rupture, solution de continuité, partie où le minéral est brisé, et qui peut être lisse, conchoïdale, terne, brillante, vitreuse, résineuse, etc.

CASTINE. Carbonate de chaux qu'on emploie comme fondant, pour la réduction des minerais dont la gangue est siliceuse ou argileuse.

CATACLYSME. Déluge, inondation, bouleversement accompli à une époque plus ou moins reculée et qui a changé une partie de la surface du globe. Tout événement désastreux occasionné par le feu, l'eau, les tremblements de terre, est un cataclysme.

CATARACTE. Chute plus ou moins élevée que subit un cours d'eau quand son lit aboutit à une pente très-rapide ou à un escarpement. Lorsque le cours d'eau est simplement un ruisseau, on donne à sa chute le nom de *cascade.*

CAUSTIQUE. Se dit des substances qui exercent une action destructive sur les matières organiques, c'est-à-dire qui les brûlent et les désorganisent.

CAVERNES. Cavités souterraines, irrégulières, sinueuses et d'une certaine étendue ; elles prennent le nom de *grottes* quand elles ont peu d'étendue. Leur origine est, le plus souvent, due à des matières dissoutes ou entraînées par les eaux. (P. 66.)

CELLULAIRE. Qui offre des cellules ou cavités plus ou moins arrondies.

CENDRES VOLCANIQUES. On nomme ainsi des matières d'une ténuité extrême, rejetées par les explosions volcaniques.

CÉRÉALES. Terme générique dont on se sert pour désigner quelques plantes de la famille des graminées, celles dont les grains servent à la nourriture de l'homme et des animaux domestiques.

CHAINE DE MONTAGNES. Suite de montagnes juxtaposées par leur base, offrant une direction marquée et s'élevant comme un bourrelet au-dessus du sol environnant. C'est la partie centrale la plus élevée qui marque la direction de la chaîne, en même temps qu'elle détermine le partage des eaux entre les deux versants. (P. 21 et 35.)

CHARA. Plante d'eau douce dont les graines se trouvent à l'état fossile à divers étages des terrains tertiaires.



CHATOIEMENT. Effet de lumière donnant lieu à des reflets blanchâtres, satinés, soyeux ou nacrés, qui semblent se jouer dans l'intérieur d'un cristal ou de certaines pierres.

CHIMIE. Science qui recherche les principes constituants des corps, examine les propriétés particulières de chacun des éléments qui les composent, indique les combinaisons qui peuvent avoir lieu entre eux, et fait connaître toutes les formes sous lesquelles ces combinaisons peuvent se manifester. En un mot, la chimie a pour objet de décomposer, de recomposer et de purifier les corps mixtes. Cette science qui, sous le nom d'alchimie, était autrefois en quelque sorte méprisée, est aujourd'hui si exacte, si féconde, si riche en applications diverses, qu'on n'avance rien de trop en disant qu'elle est la plus utile comme la plus belle des connaissances humaines.

CHLORE. Corps simple : c'est un gaz jaune verdâtre d'une saveur et d'une odeur forte et désagréable. Combiné avec le sodium (*voy.* ce mot), le chlore forme le sel marin.

CHROME. Métal d'un blanc gris, découvert en 1797 par Vauquelin; il est remarquable par les belles couleurs que donnent la plupart de ses combinaisons. (P. 405.)

CHRYSOPRASE. Variété d'agate. *Voy.* agate.

CIMENT. En géologie on entend par ce mot une substance minérale, liquide ou pâteuse, souvent calcaire ou siliceuse, qui remplit les interstices des matériaux de transport et finit par les souder en une seule masse.

CINABRE. Combinaison de soufre et de mercure peu répandue dans la nature. C'est du cinabre qu'on extrait le mercure. (P. 376.)

CLASSIFICATION. Distribution méthodique d'une collection d'êtres naturels par *classes*, *ordres*, *familles*, *genres*, *espèces* et *variétés*, suivant leur degré de parenté, de ressemblance, etc., pour le règne organique; et de composition, d'affinité, etc., pour le règne inorganique. Les classifications sont plus ou moins arbitraires, mais elles n'en sont pas moins indispensables pour éviter la confusion qui résulterait du mélange d'un trop grand nombre d'individus.

CLIVAGE. Propriété qu'ont certaines substances minérales cristallisées de se laisser diviser, de se laisser fendre dans le sens des lames dont elles sont composées; quelques roches offrent un clivage naturel; elles se partagent avec plus de facilité dans un sens que dans un autre.

COBALT. Métal qui se trouve, le plus souvent, à l'état de combinaison avec le soufre et l'arsenic. Les oxydes du cobalt fournissent de précieuses couleurs. (P. 402.)

COHÉRENT. Qui a de la cohérence; dont les parties sont unies et liées entre elles plus ou moins solidement.

COHÉSION. Force qui unit entre elles les molécules des corps et qui leur permet d'opposer plus ou moins de résistance à leur séparation.

COKE. Charbon léger, celluleux, provenant de la calcination ou de la distillation de la houille. (P. 239.)

COLLINE. Élévation du sol, qui diffère d'une montagne en ce qu'elle est moins élevée.

COMBINAISON. Union intime entre les molécules constituantes de deux ou de plusieurs corps, par l'effet d'une réaction réciproque qu'ils exercent les uns

sur les autres. La combinaison produit un tout dont la plus petite partie renferme les composants dans la même proportion que la masse totale; et de cette union intime résulte un composé doué de propriétés différentes de celles des composants. Les combinaisons ont toujours lieu en proportions déterminées ou constantes.

COMPACTE. Se dit des minéraux et des roches dont les partie élémentaires, réduites à des volumes microscopiques, sont étroitement serrées les unes contre les autres, de manière à former une pâte sans grain apparent.

CONCHOÏDALE. La cassure d'un minéral est ainsi nommée lorsqu'elle présente, sur l'un des fragments, une cavité arrondie, et sur l'autre un relief conique qui en est la contre-empreinte.

CONCHYLIOLOGIE. Partie de l'histoire naturelle ayant pour objet l'étude et la classification des coquilles marines, lacustres, fluviatiles et terrestres, abstraction faite des animaux qui les produisent.

CONCORDANTE. *Voy.* Stratification.

CONCRÉTION. Dépôt solide dont les particules se sont réunies avec plus ou moins de lenteur, à la manière des stalactites et des stalagmites. *Voy.* ces mots.

CONDENSATION. Rapprochement des molécules, diminution de volume, et conséquemment augmentation de densité d'un corps. La condensation a lieu par la pression ou par l'abaissement de la température. Toutefois, il faut en excepter l'eau dont le maximum de condensation est à la température de 4° au-dessus de zéro.

CONDUCTEUR du calorique. Se dit d'un corps qui conduit bien la chaleur. Les métaux sont de bons conducteurs; le charbon, le verre, la soie, les huiles sont de mauvais conducteurs.

CONGÉNÈRE. Qui est du même genre. Se dit des roches ou des corps organisés qui appartiennent à un même groupe générique.

CONGLOMÉRAT. Roche formée de fragments plus ou moins volumineux et soudés entre eux par un ciment quelconque.

CONIFÈRES. Nom donné à une famille de plantes, comprenant celles qui ont leur inflorescence disposée en cône ou en épi autour d'un axe commun. Les arbres de cette famille s'appellent vulgairement *arbres verts*, parce qu'ils conservent leurs feuilles toute l'année. On trouve à l'état fossile un grand nombre de conifères.

CONTRE-EMPREINTE. Apparence qui se présente lorsqu'un corps fossile ayant été dissous par une cause quelconque, une matière étrangère inorganique s'est infiltrée et moulée entre le moule et l'empreinte, de manière à représenter avec la plus grande exactitude le corps fossile lui-même.

COPROLITHE. Nom donné aux excréments fossiles de divers animaux. Les coprolithes des reptiles sauriens abondent surtout dans la formation du Lias.

CORINDON. Substance vitreuse, transparente, très-dure et d'un vif éclat. Elle prend, dans les arts, les noms de *rubis*, de *saphir*, de *topaze*, d'*émeraude d'Orient*, selon qu'elle est rouge, bleue, jaune ou verte. (P. 314.)

CORNALINE. Variété rouge d'agate. *Voy.* ce mot.

CORPS INORGANIQUES. Corps n'ayant point d'organes et dont les parties n'ont entre elles que des rapports d'adhérence, comme les minéraux et les roches.

ORGANISÉS. Corps pourvus d'organes, qui n'ont pu être produits ar les forces constituantes de l'état de vie, comme les animaux et les aux.

SIMPLES. Corps qui, jusqu'à ce jour, n'ont pu être décomposés par a moyen. On en compte cinquante-six; et c'est de leur combinaison par , trois, quatre, rarement davantage, que résultent tous les corps mixtes mposés.

COMPOSÉS. Corps formés par la réunion de deux ou d'un plus grand re de corps simples.

ULE. Sorte de schiste composé de talc, de feldspath et de quartz; c'est rre à rasoir. (P. 214.)

ÉDONS. Lobes charnus ou foliacés que présentent la plupart des graines la germination. Ce sont les feuilles séminales.

IES. Masses minérales plus ou moins épaisses, dont les faces sont sensient parallèles, et qui ont, le plus souvent, une étendue considérable.

LLATION. Opération par laquelle on sépare l'or ou l'argent du plomb ydant ce dernier qui passe à l'état de litharge. (P. 368 et 385.)

Nom donné par les carriers anglais à un dépôt marneux, coquiller et gineux de l'étage supérieur du terrain supercrétacé. (P. 170.)

. Calcaire blanc, friable, doué de la propriété traçante. La craie se trouve ipalement à la partie supérieure du terrain crétacé. (P. 220.)

ÈRE. Dépression, en forme d'entonnoir, au sommet d'un volcan, et lors d'une éruption, livre passage à des gaz et à des laves émanant du central.

ALLISATION. Arrangement symétrique que prennent les molécules rtains corps en passant lentement de l'état liquide ou gazeux à l'état so- En se séparant d'une dissolution ou d'une combinaison, sous l'influence rconstances favorables, les particules minérales se réunissent dans le où elles exercent mutuellement la plus grande attraction les unes sur les s et donnent naissance à des cristaux de formes régulières et polyé- es. Les formes secondaires des cristaux varient à l'infini, mais on peut mener toutes à l'une des six formes dites primitives ou fondamentales, l'un des six systèmes cristallins de Beudant, qui sont, en prenant le pa- ipipède pour terme de comparaison :

ystème *cubique*, auquel se rapportent l'alun, le sel commun, le diamant, nat, etc.;

ystème *prismatique droit*, *à base carrée*, auquel se rapportent l'oxyde n, le calomel, etc.;

ystème *prismatique rectangulaire*, ou *rhomboïdal droit*, auquel se rap- nt la topaze, le soufre, etc.;

ystème *prismatique rectangulaire*, ou *rhomboïdal oblique*, auquel se rap- nt le gypse, le sulfate de fer, etc.;

ystème *prismatique oblique à base de parallélogramme obliquangle*, au- se rapporte le sulfate de cuivre ou couperose bleue, etc.;

le système *rhomboédrique*, auquel se rapportent le calcaire, le cristal che, l'émeraude, etc.

CRUSTACÉS. Nom donné par Cuvier à une classe d'animaux articulés et invertébrés, classe qui a pour représentants principaux les crabes, les écrevisses, etc.

CRYPTOGAMES. Nom donné par Linné à une classe de plantes dont les organes sexuels ou les moyens de reproduction sont cachés ou de fonctions douteuses, comme les algues, les fougères, les équisétacées, etc.

CULMINANT. Point le plus haut, le plus élevé. Le Mont-Blanc (Alpes) est le point culminant de l'Europe. Certains sommets de l'Hymalaya (Asie) et des Andes (Amérique) sont les points culminants du globe.

D

DÉCANTATION. Opération par laquelle, après avoir laissé déposer une liqueur ou de l'eau trouble, on la verse doucement, en inclinant peu à peu le vase où elle est contenue, pour séparer la partie claire, qui surnage, de la partie précipitée qu'on appelle dépôt.

DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE. C'est l'angle compris entre la direction de l'aiguille aimantée de la boussole et le plan du méridien du lieu où l'on est. Cette déclinaison n'est pas constante; elle varie continuellement, soit pour le temps, soit pour le lieu, et la loi en est jusqu'ici inconnue. La déclinaison est maintenant, pour Paris, de 22° occidentale.

DÉCOMPOSITION. Action de décomposer un corps mixte, c'est-à-dire de séparer les éléments qui le constituent. La décomposition des substances minérales a lieu quelquefois naturellement; et il s'ensuit à la surface des roches un changement d'aspect et de nature dans les parties altérées.

DÉCRÉPITATION. Petillement, explosion brusque et sèche que font entendre certains minéraux, lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur, comme, par exemple, l'anthracite et le rétinite. On attribue ce phénomène principalement à l'évaporation de l'eau interposée entre les molécules du minéral décrépitant; car alors la vapeur brise l'obstacle qui la retient prisonnière et projette avec plus ou moins de force les éclats du corps.

DÉJECTIONS. Ce mot s'emploie pour désigner les matières que rejettent les volcans; on s'en sert aussi pour désigner les matières fécales des animaux.

DÉLIQUESCENT. Se dit d'un sel qui attire l'humidité de l'air, au point de se résoudre en liqueur.

DÉLIT. On appelle délit la disposition qu'a une roche à se rompre, à se diviser dans un sens déterminé, qui est ordinairement parallèle au plan des couches.

DELTA. Ile ou groupe d'îlots formés, aux embouchures des fleuves, par les sédiments qu'y apportent les eaux.

DENDRITE. On nomme ainsi un dessin naturel produit sur des calcaires, des marnes, etc., par des infiltrations d'eau, chargées de particules ferrugineuses ou manganésifères. Ces dessins imitent souvent de petits arbrisseaux très-ramifiés semblables à des bruyères, à des lichens, à des arbres indéterminés.

DENSITÉ. Qualité de ce qui est dense; quantité de matière que contiennent les corps sous un volume déterminé; d'où il suit qu'à volume égal le corps qui pèse le plus est toujours le plus dense. Le platine et l'or sont, de tous les corps connus, ceux qui ont la plus grande densité. On a coutume de rappor-



densités ou les poids spécifiques des corps à celle de l'eau, que l'on
pour unité. *Voy.* Poids spécifiques. (P. 458.)

É. Se dit d'une couche, d'un dépôt qui, après avoir été sillonné par les
e trouve, en certains endroits, privé d'une partie de sa masse.

Nom donné plus particulièrement aux matières qui, après avoir
ues en suspension ou en dissolution dans l'eau, se précipitent au fond
mêmes eaux, en formant un lit ou une couche. On dit aussi *dépôt* de
rt pour exprimer les sédiments que les eaux charrient ou ont charriés
poques diverses. En général, les dépôts tirent leur nom de la matière
domine dans leur composition, exemple : dépôts siliceux, calcaire, etc.,
ôts trachytiques, basaltiques, etc., en ce qui concerne les dépôts d'ori-
née. (P. 58.)

ÉGATION. Séparation des parties d'un minéral ou d'une roche par
d'une force qui les réduit en grains ou fragments.

'US. On nomme ainsi ce qui reste d'un corps quelconque, après qu'il
éduit par les agents érosifs, ou par la décomposition, en fragments, en
ou en poussière.

GÉ. Minéral brillant, verdâtre ou brunâtre, ayant quelque rapport
t avec l'amphibole et le pyroxène. Ce silicate se trouve cristallisé
n assez grand nombre de roches pyrogènes.

NT. Substance vitreuse, la plus dure et la plus brillante du règne mi-
C'est du carbone pur, mais à un état particulier de condensation mo-
re. (P. 301 et suivantes.)

NÉITÉ. Transparence. Propriété qu'ont certains corps de trans-
la lumière à travers leur masse : l'air, l'eau, le cristal sont des
nces diaphanes.

LÉDONES. Division du règne végétal, comprenant les plantes pour-
'organes sexuels et de fleurs et qui ont deux cotylédons, c'est-à-dire
qui en naissant ont deux lobes ou deux feuilles séminales. Les dicotylé-
sont surtout caractérisés par leurs couches ligneuses concentriques.

PHES. Nom donné à tous les animaux à bourse, ou marsupiaux.
lelphes sont des mammifères ayant extérieurement une poche abdomi-
our mettre à l'abri leurs petits, comme la sarigue.

TION. Augmentation de volume qu'éprouvent les corps par l'in-
e de la chaleur. Cette expansion est due à l'action du calorique qui, en
ant dans les corps, en écarte les molécules. La dilatation est mise à
pour la construction des thermomètres. (*Voy.* ce mot.)

UM. Nom donné aux alluvions anciennes, qui contiennent souvent des
erratiques. (P. 173.)

E. Roche pyrogène, essentiellement composée de feldspath et d'am-
e ; elle se trouve à l'état stratiforme ou en amas transversaux dans le
primitif.

TION DES COUCHES. C'est la ligne perpendiculaire à l'inclinaison
mêmes couches. *Voy.* Inclinaison.

DANTE. *Voy.* Stratification.

UTION. Séparation des parties d'un corps qui se dissout ; liquéfaction
orps par son union avec un liquide.

DISSOLVANT. Qui a la propriété de dissoudre une substance solide, liquide ou gazeuse.

DOLÉRITE. Roche grenue, à texture granitoïde, essentiellement composée de feldspath et de pyroxène, avec fer titané; elle appartient aux produits volcaniques de la période supercrétacée.

DOLOMIE. Roche granulaire ou lamellaire, composée de carbonate de chaux et de magnésie; elle se dissout lentement dans l'acide azotique. (P. 217.)

DRAINAGE. Égouttement, assainissement des terres humides, au moyen de tubes en briques placés au fond de tranchées couvertes. (P. 484.)

DRUSES. Cavités qu'on rencontre dans certaines roches, et qui sont tapissées de cristaux implantés.

DUCTILE. Qui peut s'allonger et s'étendre par l'effet de la pression ou de la percussion; comme les métaux usuels, et particulièrement l'or et l'argent.

DUNES. Monticules mobiles de sable que les vents dominants poussent des bords de la mer vers l'intérieur de quelques terres basses. (P. 48.)

DURETÉ. Résistance qu'opposent les molécules des corps à leur division. La dureté s'évalue par la difficulté qu'offrent les minéraux à se laisser rayer les uns par les autres. Les différents degrés de dureté, en allant du moins au plus, sont représentés par celle des substances suivantes : *talc*, *gypse*, *chaux carbonatée*, *chaux fluatée*, *chaux phosphatée*, *feldspath*, *quartz*, *topaze*, *corindon* et *diamant*.

DYKE. Mot anglais qui exprime un large filon de roches d'épanchement, telles que basalte, porphyre, etc.

E

EAU DE CRISTALLISATION. Eau qui se trouve entre les parties intégrantes de certains minéraux. Cette eau est une condition indispensable de l'existence de plusieurs sels. Ceux qui en sont privés se nomment *anhydres*.

EAUX MINÉRALES. *Voy*. SOURCES MINÉRALES.

EAUX THERMALES. *Voy*. SOURCES THERMALES.

EFFERVESCENCE. Dégagement rapide d'un gaz traversant un liquide sous forme de bulles qui viennent crever à la surface, ce qui cause une sorte de bouillonnement. Au contact d'un acide tous les carbonates produisent ce phénomène.

EFFLORESCENCE. Phénomène que présentent diverses substances, à la surface desquelles une matière pulvérulente se manifeste, par l'effet de la perte d'une portion de leur eau de cristallisation.

ÉLECTRICITÉ. Fluide impondérable, universel, qui existe dans tous les corps et devient libre, du moins partiellement, toutes les fois que l'état d'équilibre naturel des molécules des corps est troublé par une cause quelconque, comme par le frottement, la percussion, la chaleur, etc. La plupart des substances minérales acquièrent, par le frottement, des propriétés électriques, et alors elles sont susceptibles d'attirer d'abord et de repousser ensuite des corps légers tels que des barbes de plume, etc. (P. 48 et 452.)

ÉLÉMENT. En chimie, c'est un corps simple, un corps indécomposé, sinon

nposable, doué de qualités qui lui sont inhérentes et qui le distinguent res corps. En géologie, on donne le nom d'éléments aux minéraux qui ; dans la composition des roches.

DN. Premier rudiment, première ébauche d'un corps organisé. En bo-, c'est la partie essentielle d'une graine parfaite, celle qui constitue le r organe de la plante.

UDE. Minéral précieux, quand il est transparent et d'une belle cou-:te; il est composé de silice, d'alumine, de glucine et de divers oxydes ques. (P. 316.)

É. Qui est hors de l'eau. Les premiers noyaux des continents se sont s, c'est-à-dire sont sortis de l'eau où ils se trouvaient plongés.

Corindon granulaire, opaque et pulvérisé. L'émeri sert à polir les urs, à l'exception du diamant. (P. 315.)

NTE. Impression qu'ont laissée les corps organisés dans les matières it été enfouis.

S. Nom que les mineurs donnent aux parois de la roche qui encaisse .

TACÉES. Famille de plantes cryptogames, à tiges fistuleuses et arti-qui croissent dans les terrains marécageux ; à l'état fossile, elles abon-is l'étage houiller.

LENT GÉOLOGIQUE. On désigne ainsi des couches contempo-u parallèles à d'autres couches, bien que de nature différente. Certains nodernes éloignés les uns des autres et formés en même temps, dans ins séparés, peuvent différer entre eux de composition, d'aspect, et ar la nature des fossiles qu'ils contiennent.

T. Action destructive de l'eau et d'autres agents sur les roches.

DN. Action des volcans qui consiste à rejeter des gaz, des cendres, ies et des laves. (P. 40.)

ANIMALE. L'espèce animale est représentée par plusieurs individus essemblent et qu'on peut regarder comme descendant de parents is.

VÉGÉTALE. Collection d'individus qui se ressemblent plus entre ls ne ressemblent à d'autres, et qu'on peut supposer issus d'un seul .

MINÉRALE. Réunion d'individus composés des mêmes principes iires et combinés dans les mêmes proportions définies.

IDE. Roche généralement grenue, très-tenace, essentiellement com- diallage et de feldspath. (P. 204.)

Roche de feldspath compacte plus ou moins mélangé de substances es également à l'état compacte. Elle est toujours stratiforme et ap-principalement au terrain primitif.

E. Conglomérat microscopique de détritus feldspathiques, endurcis iment quartzeux. Cette roche appartient au terrain carbonifère.

F

Interruption, dérangement brusque dans l'allure d'un filon ou d'une

couche; déplacement de couches minérales qui, par suite de bouleversements, ne se retrouvent plus au même niveau.

FALUNS. Couches calcaires, presque entièrement composées de coquilles brisées et triturées. (P. 168.)

FAMILLE. Groupe de genres d'animaux, de végétaux ou de minéraux rangés d'après certains rapports de ressemblance et d'analogie.

FAUNE. Catalogue ou tableau des animaux qui ont vécu à une époque déterminée. On dit en géologie la faune d'un terrain, comme on dit en zoologie la faune actuelle de telle ou telle contrée du globe.

FELDSPATH. Espèce minérale très-abondamment répandue dans la nature. On rencontre le feldspath dans presque toutes les roches d'*origine ignée*. Il se compose d'alumine, de silice et de soude ou de potasse. (P. 298.)

FER CARBONATÉ. Minerai de fer abondamment répandu en Angleterre, dans l'étage houiller. Il est à texture compacte, terreuse ou schisteuse, et essentiellement composé de protoxyde de fer et d'acide carbonique. (P. 355.)

FER HYDRATÉ (limonite). Substance ferrugineuse, souvent mélangée de matières argileuses et quartzeuses, d'un aspect terne, de couleur brunâtre ou jaunâtre; le fer hydraté se trouve dans presque tous les terrains sédimentaires. (P. 354, 429.)

FER OLIGISTE. Peroxyde de fer parfaitement pur, à éclat métallique, à couleur grise passant quelquefois au noir et au brun. Sa poussière est d'un brun rougeâtre. C'est un des minerais de fer les plus recherchés. Son gisement est dans le terrain primitif. (P. 354.)

FER OXYDULÉ (aimant). Substance grenue ou compacte, noirâtre, à éclat métallique, à poussière noire, très-attirable au barreau aimanté. C'est le minerai de fer le plus riche et celui qui produit le meilleur acier. (P. 353.)

FÉTIDE. Qui exhale une odeur forte et désagréable; se dit de quelques roches qui, lorsqu'on les frotte ou lorsqu'on les râcle, dégagent une odeur soit hydro-sulfureuse, soit bitumineuse, etc.

FILONS. Masses minérales pierreuses ou métallifères, aplaties, comprises sous deux plans à peu près parallèles et coupant la stratification des terrains dans lesquels elles se trouvent. Les filons ont peu d'épaisseur (ou puissance) comparativement à leurs autres dimensions; ils se présentent sous toutes sortes de directions et d'inclinaisons. (P. 325 et suivantes.)

FISSILE. Qui a une tendance à se diviser en feuillets, comme l'ardoise.

FLORE. Catalogue ou tableau des plantes d'une contrée. On dit en géologie la flore de telle époque, de tel terrain, comme on dit en botanique la flore actuelle de telle ou telle contrée de la terre.

FLUOR. Corps simple, encore mal connu. Il ne peut être étudié à l'état libre, parce qu'il attaque tous les vases dans lesquels on opère et notamment les vases en verre. Quelques chimistes lui donnent le nom de *phtore*.

FLUORINE. Belle substance minérale de couleurs vives et variées, composée de fluor et de calcium. (P. 300.)

FLUVIATILE. Mot employé pour qualifier les dépôts, les coquilles et les plantes des fleuves et des rivières.

FLUVIO-MARIN. C'est-à-dire formé en même temps par les fleuves et par la mer.

TION. Assemblage de masses minérales analogues ou différentes, et s de la même manière. Les formations groupent des couches ayant elles des rapports d'âge et d'origine.

ES. On donne ce nom à tous les corps organisés enfouis dans l'écorce tre à une époque indéterminée, et qui y ont été conservés ou qui y issé des traces évidentes de leur existence. (P. 76 et suivantes.)

RONITE. Roche noirâtre, à grains fins, composée de mica mêlé intit avec des parties de feldspath. Elle forme des filons dans les talcs.

LE. Propriété qu'ont certaines masses minérales de se réduire en megments ou en poudre par l'influence d'un choc même léger.

É. On dit que telle partie d'une roche est frittée lorsqu'elle a subi l'ine de la chaleur provenant, soit du voisinage des roches pyrogènes, soit combustion des houilles; alors la partie altérée est plus ou moins crise ou vitrifiée.

OLLE. Crevasse ou soupirail des terrains volcaniques, d'où s'échappent z, des vapeurs sulfureuses, etc.

G

E. Plomb sulfuré, brillant, à surface miroitante, cristallisant en cube. le seul minerai de plomb; souvent il contient une faible proportion nt. (P. 366.)

S. Fragments arrondis et roulés de silex, de quartz, de granite ou de autre roche, dont le volume varie depuis celui d'une noix jusqu'à celui tête, et qu'on trouve réunis en grand nombre soit sur les bords de la soit dans le lit des fleuves, soit dans les terrains d'alluvions. (P. 233.)

E. Ce nom s'emploie pour désigner la substance minérale qui envesoit des métaux, soit toute autre substance précieuse. Le quartz est la e de l'or; le wolfram est celle de l'étain, parce que ces métaux ont eu bstances pour matrice.

luides aériformes, très-compressibles et très-élastiques, comme l'air, e le gaz qui sert à l'éclairage.

E. On appelle pierres *gélives* celles dont l'agrégation n'est point assez pour résister à l'influence de la gelée. (P. 223.)

E. Nom par lequel on désigne quelquefois les pierres précieuses.

LE. C'est la partie de l'embryon végétal qui est destinée à devenir tige, ver au-dessus du sol. Divers auteurs lui donnent le nom de *plumule*.

. En histoire naturelle, c'est la réunion d'un nombre plus ou moins érable d'espèces qui se rapprochent entre elles par des caractères ur sont communs.

. Masse ordinairement ovoïde ou sphéroïdale, dont l'intérieur vide est de cristaux ou d'incrustations.

NIE. C'est la science, ou plutôt c'est la partie de la géologie qui re- par induction jusqu'à l'origine de la terre, en cherchant à expliquer ers phénomènes qui s'y sont succédé, tant sous le rapport du règne nique que sous le rapport du règne organique. (P. 92.)

GÉOGNOSIE. Partie de la géologie ayant pour objet d'étudier la composition, la structure, la forme, la disposition et l'étendue des divers systèmes de masses minérales dont l'ensemble constitue la partie solide du globe. La géognosie étudie toutes les roches et leur manière d'être, sans s'occuper des causes qui les ont produites. (P. 112.)

GÉOLOGIE. Science qui recherche l'origine et la composition des masses minérales constituant l'écorce terrestre, et les phénomènes qui ont présidé à leur formation et à leur disposition. Elle étudie aussi les débris fossiles des faunes et des flores des diverses périodes; ainsi la géologie embrasse la géognosie, la géogénie et la paléontologie. *Voy.* ce dernier mot.

GISEMENT. Disposition d'un minéral ou d'une roche dans le sein de la terre; sa manière d'être, considérée relativement à sa position et aux substances qui l'accompagnent.

GITES. Nom donné généralement aux substances minérales qu'on se propose d'exploiter.

GLACIER. Amas de glaces qui, dans les hautes montagnes, commencent au-dessous de la limite inférieure des neiges éternelles, et vont se terminer en pente jusqu'au fond des vallées supérieures. (P. 51.)

GLAUCONIE. Roche calcarifère ou quartzeuze, grenue, friable ou compacte, mêlée de grains verts plus ou moins abondants, et qui ne sont autre chose que du silicate de fer.

GNEISS. Roche à structure légèrement schistoïde, essentiellement composée de feldspath et de mica en paillettes distinctes, et contenant un peu de quartz comme élément accessoire. Le gneiss constitue la partie inférieure du terrain primitif. (P. 125.)

GRAMINÉES. Famille de plantes herbacées de la classe des monocotylédones, ayant des épis comme le blé, le riz, le maïs, etc.

GRANITE. Roche à texture grenue, composée de feldspath, de quartz et de mica. Ce sont les premiers épanchements qui ont donné naissance au granite. (P. 197.)

GRANITOÏDE. Qui a des rapports de ressemblance avec la texture du granite.

GRAPHITE. Minéral gris d'acier, doux au toucher et doué de la propriété traçante. C'est du carbone pur ou presque pur. (P. 271.)

GRAUWAKE. Roche en grande partie composée de feldspath, auquel se réunissent, en petites proportions, du quartz, du mica et quelques matières phylladiennes ou talqueuses; elle forme des assises considérables dans les terrains de transition.

GRENAT. Substance minérale vitreuse, rougeâtre ou noirâtre. Les grenats d'une belle couleur rouge sont recherchés pour la bijouterie. (P. 318.)

GRÈS. Roches composées de grains de quartz arrondis, plus ou moins fins, auxquels se joignent parfois d'autres substances (calcaire, feldspath, mica, fer, glauconie, argile, etc.). Les grès sont des sables quartzeux agglutinés par un ciment quelconque. (P. 228.)

GRISOU. Gaz hydrogène carboné s'exhalant des houillères. Quand il est mélangé avec l'air atmosphérique, il est explosif au contact de la flamme; c'est

plosion de ce gaz qui cause des événements malheureux dans les mines de ille lorsqu'on y travaille sans précaution. (P. 242 et suivantes.)

NO. Substance jaunâtre, d'une odeur forte, riche en azote et en matières lines; elle provient des déjections d'oiseaux marins. Le guano se trouve quelques côtes de la mer, notamment sur celles du Pérou. (P. 276.)

SE (pierre à plâtre). Sulfate de chaux hydraté, quelquefois mélangé rgile, de marne ou de calcaire. On distingue facilement le gypse du cal-e, en ce qu'il se laisse rayer par l'ongle, et qu'il ne produit pas, comme alcaire, d'effervescence au contact d'un acide. (P. 254, 427.)

H

PEMENT A LA LANGUE. Propriété qu'ont diverses substances mi-ales d'absorber l'humidité de la langue et de s'y attacher assez fortement nd on les touche avec cet organe.

BIVORES. Ce mot s'emploie pour désigner les animaux qui se nour-ent de végétaux herbacés.

ÉROGÈNE. Se dit d'une roche dont les parties constituantes sont de di-se nature.

OGÈNE. Se dit d'une roche dont les éléments sont de même nature.

ILLE. Combustible fossile, connu dans le commerce sous le nom de *char-de terre.* (P. 238.)

US. Partie noirâtre de la terre végétale, qui provient de la décomposition matières organiques. (P. 426.)

LIN. Qui ressemble au verre, qui en a l'apparence et la diaphanéité.

RATÉ. Qui contient de l'eau dans sa composition.

ROGÈNE. Corps simple, gazeux, inflammable, quatorze fois plus léger que ; aussi s'en sert-on pour les ascensions aérostatiques. Il entre dans la iposition de l'eau, et se trouve dans toutes les matières animales et vé-iles.

ROMÉTRIE. Partie de la physique qui s'occupe de déterminer l'état ımidité ou de sécheresse de l'atmosphère, la quantité d'eau en vapeur tenue dans l'air ou dans un gaz quelconque.

ROSCOPICITÉ. Propriété qu'ont les corps de retenir l'eau entre leurs écules, en s'opposant plus ou moins à une évaporation rapide. (P. 459.)

I

Oiseau de l'ordre des échassiers, très-élevé sur ses jambes, au bec arqué ong. Dans l'antiquité, les Égyptiens rendaient un culte particulier aux et les embaumaient après leur mort. Ce culte tenait à ce que l'appari-périodique de ces oiseaux sur le Nil annonçait la bienfaisante crue de leuve. On voit des Ibis sur tous les monuments égyptiens.

TION. Etat des corps chauffés jusqu'au rouge.

VOME, qui vomit du feu, de la flamme.

NDÉRABLE. Qui ne peut être pesé. On appelle fluides impondérables

les corps dont l'existence matérielle est peu connue, mais dont on sent les effets, comme la chaleur, la lumière et l'électricité. On suppose l'existence de ces fluides parce que cette hypothèse est plus commode pour concevoir, exposer et expliquer les faits.

INCANDESCENT. Embrasé, chauffé jusqu'au rouge.

INCINÉRATION. Action de brûler, de réduire un végétal en cendres. (P. 420.)

INCLINAISON. En géologie, l'inclinaison des couches est l'angle qu'elles forment avec l'horizon. Les lignes de direction et d'inclinaison se coupent toujours à angle droit. *Voy.* DIRECTION.

INCOHÉRENT. Qui n'est pas uni, lié. Les sables, les graviers sont des dépôts incohérents.

INCOLORE. Qui est limpide et sans couleur, comme une goutte d'eau pure.

INCRUSTATION. Croûte, enduit pierreux se formant peu à peu autour des corps qui ont séjourné dans certaines eaux chargées de sels, comme il arrive lorsqu'on laisse assez longtemps les corps dans une eau saturée de carbonate de chaux.

INFUSOIRES. Animaux microscopiques qui se développent dans les infusions végétales et animales. On trouve des infusoires à l'état fossile dans certaines roches. D'après M. Erhemberg, les carapaces de ces animalcules forment quelquefois la presque totalité de certaines masses minérales.

INORGANIQUE. *Voy.* CORPS INORGANIQUES.

INTERTROPICAL. C'est-à-dire situé entre les deux tropiques, dans la zone torride.

IRISÉ. Qui présente les couleurs de la lumière décomposée, comme l'arc-en-ciel, que les anciens appelaient *Iris*. Quelquefois l'irisation se manifeste sur la surface de certains minéraux, soit par l'effet d'un commencement d'altération, soit à cause de la disposition particulière des molécules.

J

JADE. Substance d'un aspect onctueux, céroïde, de couleur verdâtre. Ce silicate, qui nous vient de la Chine en petits magots, est remarquable par son extrême ténacité. Quelques peuples sauvages en font des haches et autres instruments tranchants. (P. 298.)

JASPE. Substance siliceuse, ferrugineuse, compacte, toujours opaque, présentant toutes sortes de nuances, ce qui la rend précieuse pour l'exécution des mosaïques. (P. 297.)

JAYET. Bois fossile, lignite compacte, quelquefois susceptible d'un beau poli. (P. 251.)

JOINTS DE STRATIFICATION. On nomme ainsi les plans de séparation qui existent entre les couches stratifiées d'un même système de masses minérales.

K

KAOLIN. Terre à porcelaine. C'est du feldspath décomposé. Le kaolin n'offre



une grande pureté que lorsque le feldspath qui le produit n'est mêlé lui-même à aucune autre substance étrangère. (P. 268.)

KERSANTON. Roche tenace dont les éléments constituants sont l'amphibole, le feldspath, le pinite et le mica; elle forme des filons transversaux dans le terrain primitif. (P. 202.)

L

LACUSTRE. Se dit des plantes et des animaux qui vivent dans les lacs, et des dépôts formés dans ces mêmes lacs.

LAMELLAIRE. Se dit d'un minéral ou d'une roche dont la cassure offre une multitude de facettes brillantes dirigées dans tous les sens, de manière à donner l'idée d'un assemblage de petites lamelles entassées confusément les unes sur les autres.

LAMINAIRE. Qui est composé de lames parallèles et plus ou moins étendues.

LAPIS-LAZULI. Belle substance bleue, essentiellement composée de silice, d'alumine et de soude. (P. 299.)

LATENT. Qui est caché, dissimulé. L'eau, en passant à l'état gazeux ou de vapeur, absorbe une grande quantité de chaleur latente; cette chaleur, insensible au thermomètre, y devient très-sensible aussitôt que la vapeur d'eau se liquéfie; car alors elle restitue le calorique absorbé.

LATITUDE. La latitude d'un lieu est la distance de ce lieu au point le plus rapproché de l'équateur.

LAVES. Matières minérales en fusion rejetées par les volcans et qui, ordinairement, s'étendent et se solidifient à la surface de la terre sous forme de courants. Cette solidification s'effectue par voie de refroidissement.

LENTICULAIRE. Qui a la forme d'une lentille.

LEPTYNITE. Roche composée de feldspath grenu très-atténué, quelquefois pur, mais souvent uni à divers minéraux disséminés. Elle forme des assises dans le grand étage des gneiss.

LEUCOSTITE. Roche trachytique, essentiellement composée de feldspath, à texture plus serrée que celle du trachyte; l'aspect en est souvent porphyroïde; elle appartient au terrain trachytique proprement dit.

LICHENS. Plantes cryptogames vivaces, qui croissent sur les arbres, sur la terre, sur les pierres, etc., et qui sont très-avides d'humidité.

LIGNEUX. Qui a la consistance et le tissu du bois.

LIGNITE. Combustible fossile. Matière végétale plus ou moins altérée, mais qui l'est rarement assez pour dissimuler entièrement son origine. (P. 249.)

LITHARGE. Oxyde de plomb; matière blanchâtre ou jaunâtre très-employée dans les arts. La litharge a la propriété de rendre les huiles extrêmement siccatives. (P. 368 et 369.)

LITHOÏDE. Qui a la cassure et le tissu d'une pierre non vitreuse.

LONGITUDE. La longitude d'un lieu est la distance du méridien qui passe par ce lieu, au premier méridien, comptée sur l'arc gradué de l'équateur. Le premier méridien de la France est la ligne qui va d'un pôle à l'autre, en passant par l'observatoire de Paris.

LUMACHELLE. Marbre de couleurs variées, rempli de débris coquillers.

Cette roche est recherchée dans les arts lorsque les coquilles qu'elle contient offrent des reflets nacrés. (P. 219.)

LUMIÈRE. Cause de la visibilité et de la coloration de tous les corps. C'est un fluide extrêmement subtil, répandu dans tout l'univers, fluide impondérable (*Voy.* ce mot) dont le soleil et les étoiles, s'ils n'en sont la source et le foyer, déterminent du moins la propagation. (P. 450.)

M

MACLE. Minéral essentiellement composé de silice et d'alumine, formant de longs prismes carrés ou légèrement modifiés sur les angles.

MADRÉPORES. Polypiers pierreux produits par des polypes ou animalcules vivant en société dans les mers du Sud, et sécrétant de la matière calcaire dont la prodigieuse accumulation forme, à la longue, des bancs et des récifs dangereux pour la navigation. (P. 62, 415.)

MAGNÉSIE. Oxyde de magnesium, substance blanche, douce au toucher. On rencontre la magnésie dans plusieurs espèces de roches, notamment dans la dolomie, le talc, le mica, le jade, l'amiante. C'est la magnésie qui rend ces minéraux doux et onctueux au toucher. (P. 282, 425.)

MAGNÉSITE. Substance minérale, tendre, blanche, grise ou rosâtre, dont quelques variétés sont connues sous le nom vulgaire d'*écume de mer*. (P. 283.)

MAGNÉTISME. Cause mystérieuse et inconnue, qui donne à un aimant naturel ou artificiel la propriété de se diriger d'un côté vers le pôle nord, et de l'autre vers le pôle sud; de s'incliner vers le nord, quand on est dans l'hémisphère boréal, et vers le sud, quand on est dans l'hémisphère austral; enfin, de ne pencher d'aucun côté, sur une certaine ligne qu'on est convenu d'appeler *équateur magnétique*.

MALACHITE. Belle substance à zones concentriques, vert pâle et vert foncé. C'est un carbonate de cuivre se présentant en petites masses concrétionnées. (P. 300.)

MALLÉABLE. Qui est susceptible de s'aplatir par le choc du marteau ou sous la pression du laminoir. Cette qualité appartient, à des degrés différents, à la plupart des métaux.

MALTHE. *Voy.* BITUMES.

MAMMIFÈRES. Nom donné aux animaux pourvus de mamelles pour allaiter leurs petits. C'est la première classe du règne animal.

MANGANÈSE. Métal gris-blanc, fragile et peu fusible. Jusqu'ici le manganèse n'a pas encore reçu d'application à l'état métallique. (P. 403.)

MARÉE. Mouvement régulier de la mer dû à l'attraction du soleil et de la lune. D'après Laplace, l'influence de ce dernier astre est triple de celle du premier. La mer s'abaisse et s'élève deux fois en un jour lunaire. Pendant les six premières heures, elle monte, c'est le *flux* ou *flot;* et, lorsqu'elle a atteint son niveau le plus élevé, on la nomme *haute mer*. Après un repos de quelques minutes, elle descend pendant six heures, c'est le *reflux* ou *jusant,* et quand elle est arrivée à son niveau le plus bas, on la nomme *basse mer*. Ici il y a un nouveau repos de quelques minutes. Les marées correspondent toujours aux

passages de la lune aux méridiens supérieurs et inférieurs; aussi y a-t-il deux marées dans le cours d'un jour lunaire. (P. 25.)

MARNE. Roche d'apparence simple, composée de calcaire et d'argile, auxquels s'associe quelquefois du sable. Elle est très-abondante et très-employée pour amender les terres dépourvues de calcaire. (P. 424 et 471.)

MARNOLITE. Roche analogue à la marne ordinaire, mais endurcie par un ciment calcaréo-siliceux.

MERCURE. Métal liquide, existant à l'état natif, le plus souvent à côté du cinabre, son principal minerai. Le mercure est vulgairement connu sous le nom de *vif-argent*. Il entre en ébullition à 360° et se solidifie à 40° au-dessous de zéro. (P. 375.)

MÉTALLIFÈRE. Qui contient un ou plusieurs métaux.

MÉTALLURGIE. Science qui a pour objet de dégager les métaux des substances terreuses avec lesquelles ils sont presque toujours combinés dans la nature. (*Voy.* aux métaux la métallurgie de chacun d'eux.)

MÉTAMORPHISME. Changement, métamorphose qu'ont subi certaines roches, soit par l'action d'émanations gazeuses dégagées du foyer central, soit par le voisinage de matières embrasées qui, à des époques plus ou moins reculées, se sont épanchées sur la terre. (P. 72 et 73.)

MÉTAXITE. Roche ne différant de l'arkose (*Voy.* ce mot) qu'en ce que le feldspath y est décomposé.

MÉTÉORES. Phénomènes naturels qui se passent au sein de l'atmosphère ou dans l'espace, tels que la formation des vents, des nuages, de la pluie, de la grêle, l'aurore boréale, le déplacement des étoiles filantes, etc.

MÉTÉORITES. Synonyme d'Aérolites. *Voy.* ce mot.

MEUBLE. Inconsistant, sans agrégation.

MEULIÈRE (Silex). Roche siliceuse, présentant le plus souvent un grand nombre de cavités irrégulières. La meulière sert à faire des meules pour moudre les grains; on la trouve principalement dans les terrains tertiaires, comme aux environs de Paris. (P. 235.)

MICA. Minéral transparent, très-brillant, foliacé, élastique et à surface miroitante ; il est très-abondamment répandu, surtout dans la plupart des roches primitives. (P. 287.)

MICASCHISTE. Roche grenue, schistoïde, composée de mica et de quartz; elle contient quelquefois un grand nombre de minéraux disséminés. Le micaschiste est toujours stratifié; il forme une partie de l'étage qui porte son nom. (P. 127.)

MICROSCOPE. Instrument d'optique qui sert à regarder les petits objets. Grâce au pouvoir amplificateur de cet instrument, on peut étudier convenablement des animalcules, des tissus organiques, etc., que l'œil nu le mieux conformé ne peut apercevoir.

MIMOSITE. Roche noirâtre, à grains fins, composée de feldspath, de pyroxène et de fer titané. Elle fait partie des matières volcaniques des terrains crétacé et supercrétacé.

MINERAI. Substance minérale renfermant assez de parties métallifères pour donner lieu à une exploitation. (P. 324 et suivantes.)

MINÉRAL. *Voy.* Espèce minérale.

MINIUM. Oxyde de plomb dont on se sert pour la fabrication du crist l'obtient par la calcination du plomb dans un four.

MOLÉCULES. Petites parties d'un corps; particules d'une extrême tén

MOLLUSQUE. On donne ce nom à des animaux dépourvus de squelette, le corps est mou, sans consistance, et ne se trouve, le plus souvent, p que par une enveloppe calcaire qu'on appelle coquille.

MONOCOTYLÉDONE. Se dit d'une plante qui n'a qu'un seul coty *Voy*. ce mot.

MONTAGNES. Grandes masses de roches, ayant au moins 3 à 400 mèt hauteur, et produisant, sur le sol d'où elles s'élèvent, comme des en sances qui approchent de la forme conique. Il est des points culmina chaînes de montagnes qui s'élèvent jusqu'à 6, 7 et 8,000 mètres au-d du niveau de la mer. (P. 21.)

MORAINE. Amas de fragments de roches analogues à celles qui form cime des montagnes élevées où se trouvent les glaciers. Ces détritus so turellement produits par la mobilité des glaciers qui fracturent les roch glissant sur les pentes abruptes. (P. 51.)

MOULE. On nomme moule *externe* le vide qu'a laissé dans une roche un fossile qui a disparu après son enfouissement, et moule *interne* la m qui s'est moulée et consolidée dans l'intérieur d'un corps qui offrait un vité.

MUR. Nom servant aux mineurs pour désigner la paroi inférieure d'un ou d'une couche.

N

NAPHTE. *Voy*. BITUME.

NATIF. Se dit de tout métal qu'on trouve naturellement à l'état de pure c'est-à-dire à l'état métallique.

NATRON. Substance saline, à saveur urineuse et caustique; c'est un carb nate de soude qu'on trouve dans les plaines basses des continents, et dissolution dans l'eau de certains lacs d'Égypte et d'Arabie. (P. 277.)

NEPTUNIEN. Mot qui s'emploie pour désigner les terrains d'origine aqueu ou sédimentaire.

NICKEL. Métal d'un gris-blanc mat, ductile, malléable et presque aussi magn tique que le fer. (P. 405.)

NODULE. Petite masse sphéroïdale ou ovoïde, plus petite qu'un rognon.

O

OBSIDIENNE. Roche vitreuse, à base feldspathique, le plus souvent d'une couleur noire. C'est, en quelque sorte, un verre naturel, translucide et fragile, à cassure conchoïdale. L'obsidienne appartient à des produits volcaniques de divers âges. (P. 209.)

OCRE. Argile colorée en rouge, brun, ou jaune, par des oxydes de fer. (P. 278

OLIGISTE. *Voy*. FER OLIGISTE.

OLLAIRE. *Voy*. PIERRE OLLAIRE.

[VORE. Qui se nourrit de tout indifféremment, soit de chair, soit de vé-ux; comme l'homme, etc.

[. *Voy.* AGATE.

THIQUE. Qui résulte de l'accumulation d'une multitude de globules à :hes concentriques.

.E. Pierre précieuse d'un blanc laiteux, présentant de beaux reflets cha-ınts et irisés. Ce quartz hydraté se trouve dans les dépôts volcaniques. 317.)

)UE. Se dit d'un corps au travers duquel ne passe pas la lumière.

.TE. Sorte de porphyre vert, composé d'une pâte de pyroxène et de spath, présentant des cristaux de feldspath et quelquefois de pyroxène :ernables à l'œil nu. Cette roche forme des enclaves transversales dans les 'ains cumbrien et silurien.

ANIQUE. *Voy.* CORPS ORGANISÉS.

[MENT. Substance d'un jaune d'or, ordinairement nacrée. Ce sulfure :senic se trouve dans quelques filons. (P. 401.)

FÈRE. Qui est formé d'os en totalité ou en partie.

[DE. Qui a la forme d'un œuf, ou à peu près.

DES. On donne généralement ce nom à des corps combinés avec l'oxygène, is non jusqu'au point d'être portés à l'état d'acide.

DULÉ. Se dit d'une substance passée à un degré inférieur d'oxydation.

GÈNE. Corps simple, gazeux, inodore et incolore; il active et entretient :ombustion; il est le seul qui soit propre à la respiration. C'est l'élément joue le plus grand rôle dans la nature; il entre dans la composition de r, de l'eau; il existe dans tous les corps organisés et se retrouve dans la :part des minéraux. Combiné avec différentes bases, l'oxygène forme les ;des et la plupart des acides.

P

HYDERMES. Mammifères ayant la peau fort épaisse et presque nue, mme l'éléphant, le rhinocéros, etc.

ÉONTOLOGIE. Science qui a pour objet la connaissance des corps orga-ıés fossiles, et qui les compare avec les êtres actuellement vivants. (P. 76 suivantes.)

.MIPÈDES. Nom donné aux oiseaux nageurs dont les doigts de pieds nt unis par une membrane, comme chez les canards, les cygnes, etc.

ıMATITE. Roche ordinairement grenue, quelquefois graphique, compo-s de feldspath et de quartz; on la trouve en masses stratifiées dans l'im-ense étage du gneiss; mais elle se présente aussi sans délit, et alors elle rme des filons et des amas transversaux dans les trois étages du terrain imitif. (P. 200.)

.AGIEN. Se dit de tout dépôt formé en pleine mer, comme la *craie blan-e*, etc. Les coquilles pélagiennes sont celles qui se rencontrent en mer, une profondeur plus ou moins considérable.

'ITE. Masse d'or ou d'argent plus ou moins volumineuse, qu'on trouve dé-gée de sa gangue.

PÉRIDOT. Substance verdâtre ou jaunâtre, transparente et dure. C'est un silicate de magnésie qu'on emploie encore quelquefois dans la bijouterie. Le péridot se trouve ordinairement dans les roches basaltiques, surtout dans l'espèce nommée péridotite où il forme quelquefois près de la moitié de la masse.

PEROXYDE. Mot indiquant l'union d'un corps simple avec la plus grande proportion d'oxygène qu'il puisse absorber.

PESANTEUR SPÉCIFIQUE. *Voy.* Poids spécifique.

PÉTRIFICATION. Phénomène d'infiltration minérale sur des corps organisés ou sur quelques-unes de leurs parties, d'où résulte, au bout d'un temps plus ou moins long, leur conversion en matière pierreuse.

PÉTROGRAPHIE. Traité ou description des roches.

PÉTROLE. *Voy.* Bitumes.

PÉTROSILEX. Feldspath compacte, onctueux et plus ou moins mélangé de substances étrangères ; son gisement appartient aux plus anciens terrains.

PÉTUNZÉ. Roche grenue, composée de feldspath et de quartz ; c'est la pegmatite grenue. Elle sert, quand elle est broyée, à faire ce que l'on appelle le vernis, le caillou de la porcelaine.

PHOSPHATES. Combinaison de l'acide phosphorique avec des bases salifiables, telles que la chaux, la magnésie, etc.

PHOSPHORE. Corps simple, brûlant au contact de l'air en devenant lumineux dans l'obscurité. Il a été découvert, en 1660, dans les urines humaines, par le chimiste allemand Brandt. Aujourd'hui on le retire en grand du phosphate des os.

PHOSPHORESCENT. Qui luit dans l'obscurité. Beaucoup d'êtres organisés sont phosphorescents, même parmi les plantes; mais c'est surtout dans le règne animal qu'on observe la phosphorescence.

PHTANITE. Roche compacte, composée de quartz uni à une petite quantité de matière talqueuse ou phylladienne, qui lui donne ses couleurs noirâtre, brunâtre ou verdâtre.

PHYLLADE. Roche compacte, très-schisteuse (ardoise), composée de matières talqueuses très-atténuées, déposées à la manière des limons, mélangées avec quelques parties microscopiques de feldspath, de quartz, et quelquefois d'argile, le tout réuni par un ciment siliceux.

PHYSIQUE. Science qui étudie les propriétés générales des corps, mais sans les décomposer. Elle étudie aussi les fluides mystérieux qu'on désigne sous le nom d'*impondérables* (chaleur, lumière, électricité), et s'applique surtout à en déterminer exactement tous les effets. La physique examine les actions mécaniques que les corps, sous leurs divers états, exercent les uns sur les autres, et constate les divers phénomènes qu'offrent ces corps dans leurs mouvements et dans leurs transformations.

PIERRE OLLAIRE. Roche talqueuse dont on fait des vases pour cuire les aliments. (P. 205.)

PISOLITHIQUE. Qui offre des grains concentriques et plus ou moins arrondis.

PLAINE. Grand espace tout à fait uni ou ne présentant que de légères ondulations, et qui ne s'élève jamais à plus de 3 à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer. *Voy.* Plateau.



TIQUE. Qui fait, avec l'eau, une pâte tenace conservant les formes qu'on mprime, comme l'argile du potier.

'EAU. Plaine située à une hauteur de plus de 400 mètres au-dessus du au de la mer. *Voy.* PLAINE.

'INE. Métal d'un blanc très-légèrement bleuâtre, infusible au feu de nos neaux et résistant aux acides les plus énergiques. C'est le plus dense, le pesant de tous les corps connus. (P. 305.)

'RE. *Voy.* GYPSE.

TONIQUE. Mot qui s'applique aux roches d'origine ignée et à tous les nomènes ayant pour cause le foyer central de la terre.

S SPÉCIFIQUE. C'est le poids absolu de tel ou tel corps, comparé, à volume, au poids absolu d'un autre corps pris pour unité. Pour les sos et les liquides, l'eau pure, à 4° de température, est l'unité dont on se comme terme de comparaison. Ainsi, quand on dit que le poids spécifique 'or est de 19, il faut entendre que l'or, à volume égal, pèse dix-neuf fois int que l'eau distillée ramenée à son maximum de condensation. Pour rimer le poids spécifique des gaz, c'est l'air atmosphérique, à la tempéire de 0°, sous une pression barométrique de 0,76 qui sert de terme de iparaison.

TPIER. Habitation commune de polypes, et qui n'est autre chose que de natière calcaire sécrétée par ces animaux. (P. 62.)

:E. Matière volcanique, vitreuse, feldspathique, celluleuse, très-légère, e, grisâtre et dure; elle sert à polir diverses substances. (P. 210.)

PHYRES. Roches à base de feldspath compacte, de couleurs variées, vent amphiboliques ou quartzifères, présentant des cristaux de feldspath de quartz, etc. Les porphyres appartiennent aux périodes silurienne, dévonne et carbonifère. (P. 203.)

PHYROÏDE. Qui a l'apparence du porphyre.

T-DILUVIUM. Qui est postérieur au diluvium.

ASSE. Oxyde de potassium, alcali caustique qui entre dans la composii d'un grand nombre de roches, et notamment des roches feldspathiques. st une des bases salifiables les plus puissantes. (P. 430.)

ASSIUM. Métal blanc, éclatant, mais se ternissant rapidement; il est mou nme la cire. Le poids spécifique du potassium est inférieur à celui de l'eau. retire ce métal de la potasse; de là l'origine de son nom.

DINGUE. Nom donné à des roches formées de galets *arrondis* (cailloux lés), le plus souvent calcaires ou siliceux, et liés entre eux par un ciment lconque. (P. 219.)

ZZOLANE. Roche volcanique, résultant de la décomposition de scories dises; broyée, elle s'emploie en Italie pour faire des mortiers hydrauliques. 208.)

CIPITATION. Phénomène qui a lieu quand une substance, abandonit un liquide dans lequel elle est en dissolution, se dépose au fond d'un e ou d'un bassin, sous forme de flocons, de poudre ou de cristaux.

SSION ATMOSPHÉRIQUE. Effet de la pesanteur de l'atmosphère, meée par l'élévation de la colonne de mercure dans le baromètre. (*Voy.* ce t.) La pression atmosphérique marque 76 centimètres au niveau de la mer

et diminue nécessairement à mesure qu'on s'élève au-dessus de ce niveau. Elle augmente, au contraire, lorsqu'on en descend. Quand on parle d'une pression de 2, 3, 4, etc., atmosphères, il faut entendre une pression 2, 3, 4 fois aussi forte que la pression atmosphérique actuelle au niveau de la mer.

PRIMORDIAL. C'est-à-dire de premier ordre. On appelle ainsi le premier terrain dans l'ordre des superpositions et qui forme la base de l'échelle géognostique connue.

PROTOGINE. Roche granitoïde, essentiellement composée de talc et de feldspath, auxquels se joint souvent un peu de quartz comme élément accessoire; elle appartient à l'étage des talcschistes.

PROTOXYDE. C'est le premier degré d'oxydation, c'est-à-dire l'oxyde le moins oxydé de tous ceux que peut former une substance quelconque en se combinant avec l'oxygène.

PSAMMITE. Grès argileux, souvent micacé, à structure schistoïde. On le trouve surtout dans l'étage houiller.

PUISSANCE. Ce mot s'emploie, en géologie, pour exprimer l'épaisseur d'un filon ou d'une couche, etc.

PUITS ARTÉSIENS. Forage du sol atteignant une nappe aquifère située plus ou moins profondément; alors le liquide s'élève dans le trou de sonde jusqu'à la hauteur du niveau supérieur de la nappe aquifère, niveau souvent assez élevé pour permettre le jaillissement à plusieurs dizaines de mètres au-dessus de la surface. (P. 487.)

PUITS ABSORBANT. Dépression plus ou moins grande du sol, au centre de laquelle on exécute un forage qui va de la surface jusqu'à la rencontre d'une couche de sable, de gravier, de craie blanche ou de toute autre matière facilitant l'infiltration des eaux de la surface. Le puits absorbant est ce que l'on appelle vulgairement un *boitout*, un puits qui ne retient pas l'eau. (P. 484.)

PULVÉRULENT. Qui est réduit en poudre ou en poussière.

PYRITE. Nom donné aux combinaisons naturelles du soufre avec le fer, le cuivre, l'arsenic, etc.

PYROGÈNE. Qui est produit ou qui a été produit par le feu. Les terrains pyrogènes sont d'origine ignée.

PYROMAQUE. Se dit d'une variété de silex qu'on trouve dans la craie blanche et qui sert à la fabrication des pierres à fusil. (P. 233.)

PYROXÈNE. Minéral composé de silice, de chaux, de magnésie et quelquefois de protoxyde de fer; de couleur ordinairement verte ou noire, et se présentant, le plus souvent, sous forme de cristaux dans un assez grand nombre de roches pyrogènes.

Q

QUADRUMANES (quatre mains). Animaux dont chacun des quatre membres se termine par une main, comme les singes.

QUARTZ. Minéral composé de silice et très-abondamment répandu; pur, il forme le cristal de roche; mêlé à diverses substances étrangères, il se présente sous un grand nombre d'aspects. Les variétés principales de quartz sont les quartzites, les grès, les agates, les jaspes, les silex, etc., etc. (P. 292.)



TZITE. Quartz en roche, tantôt grenu, tantôt arénoïde ou compacte, ırmant accidentellement un assez grand nombre de minéraux étrangers. ; roche forme des couches et des amas dans la partie supérieure du in primitif.

R

FACTION. Extension, éloignement des molécules d'un corps sous l'in- ce de certaines conditions, qui font prendre à ce corps un volume plus d, sans qu'on ajoute rien à la matière qui le compose. L'air se raréfie par aleur, etc. Il se raréfie aussi dans le vide.

NNEMENT. Action de rayonner. La chaleur et la lumière se propagent rayonnement, c'est-à-dire par des lignes droites qui, partant de l'objet 'asé ou lumineux, vont se perdre en divergeant dans l'espace.

NNÉS. Division du règne animal, comprenant les animaux dont les prin- ıx organes sont disposés autour d'un axe.

TIFS. Substances employées dans les essais chimiques, et opérant sur omposés avec lesquels on les met en contact certains phénomènes carac- tiques qui frappent nos sens. Les réactifs les plus employés sont les ures bleues végétales, le sirop de violettes, la couleur jaune de cur- ı, divers acides et diverses bases.

GAR. Arsenic sulfuré rouge, qu'on trouve naturellement dans certains métallifères, et quelquefois disséminé dans quelques roches volcaniques. i01.)

ACTAIRE. Qui résiste à la chaleur; qui est, sinon infusible, du moins difficile à fondre.

ACTION. Changement de direction qu'éprouvent les rayons lumineux ju'ils tombent obliquement d'un milieu donné dans un autre milieu dont ınsité n'est pas la même.

E INORGANIQUE. Comprenant tous les corps privés d'organes, comme ninéraux et les roches.

E ORGANIQUE. Comprenant tous les corps organisés, c'est-à-dire les aux et les végétaux, vivants ou fossiles.

NOÏDE. Qui a l'apparence de la résine.

NITE. Roche à base feldspathique, d'apparence simple, différant de l'ob- nne en ce qu'elle contient un peu d'eau. L'aspect en est vitreux; les es en sont le plus souvent grisâtres ou verdâtres. Le rétinite constitue les courants volcaniques, soit la surface de certains amas transversaux lons de roches trachytiques. (P. 188.)

AIT. Rapprochement des molécules d'un corps qui diminue par consé- t de volume, et d'où résulte des fendillements, comme on le voit l'été les terres argileuses. Cette diminution de volume de l'argile provient ı perte d'humidité qu'elle fait lors de la sécheresse. En certain cas le re- de quelques roches a lieu par refroidissement, et produit alors des es prismatiques, comme dans le basalte et le trachyte. Ainsi, le retrait ertaines substances peut avoir lieu par refroidissement d'une matièr rasée et par dessiccation d'une matière humide et compacte.

ROCHES. On donne ce nom à toute association de parties minérales, soit de même espèce, soit d'espèces différentes, qui se trouvent en masses assez considérables pour être regardées comme parties essentielles de l'écorce terrestre. Le nom de roche s'applique, en géologie, non-seulement à des matières dures et résistantes, mais encore à des couches de sable, d'argile, de tourbe, etc.

ROCHES DE CRISTALLISATION. On donne plus particulièrement ce nom à toutes les roches du terrain primitif et à celles d'épanchement, parce qu'elles sont mieux cristallisées que les roches volcaniques modernes, dont les cristaux sont quelquefois invisibles à l'œil nu.

ROCHES DE SÉDIMENT. Ce sont celles qui ont été formées par voie aqueuse, soit par agrégation, soit par précipitation ou dépôt.

ROGNONS. Petites masses solides, sphéroïdales ou tuberculeuses.

RUBIS. Variété de corindon. *Voy.* ce mot.

RUBIS SPINELLE. Pierre précieuse, rouge ou rougeâtre, mais moins dure et moins belle que le vrai rubis, ou corindon rouge; elle est composée d'alumine, de magnésie, de silice et de protoxyde de fer. Cette gemme appartient aux roches de cristallisation du terrain primitif. (P. 315.)

RUMINANTS. Nom donné à un ordre de mammifères, comprenant ceux qui ont plusieurs estomacs ou ventricules, et qui soumettent leurs aliments à deux triturations, comme les bœufs, les chèvres, etc.

S

SABLE. Assemblage de petits grains roulés de quartz ou de toute autre substance minérale. En général, les sables sont quartzeux ou siliceux; mais il existe aussi des sables feldspathiques, pyroxéniques, calcaires, etc. (P. 231.)

SACCHAROÏDE. Se dit d'un minéral dont le tissu granulaire présente l'apparence du sucre.

SALBANDES. Nom que les mineurs donnent à deux couches dont l'épaisseur varie depuis quelques millimètres jusqu'à un demi-mètre, et qui limitent un filon régulier et le séparent de la roche encaissante.

SALIFÈRE. Qui contient du sel marin.

SALPÊTRE. Substance blanche ou limpide, d'une saveur fraîche, qu'on trouve en efflorescence dans les plaines calcarifères et qui se forme aussi dans les caves et autres lieux humides. Le salpêtre est composé d'acide azotique et de potasse. (P. 285.)

SALSES. Petites cavités cratériformes qui rejettent des gaz et des dépôts boueux.

SANGUINE. Matière argileuse compacte, fortement colorée en rouge par l'oxyde de fer (P. 270.)

SAPHIR. *Voy.* Corindon.

SARDOINE. *Voy.* Agate.

SAURIENS. Reptiles qui ont pour type le genre *lézard*. Les sauriens abondent à l'état fossile, dans divers étages des terrains secondaires.

SCHISTEUX, SCHISTOÏDE. Se délitant en feuillets ou en plaques.

SCHLICK. Minerai pulvérisé et séparé de sa gangue par divers lavages. Alors il est tout prêt à passer au fourneau de fusion.

ES. Matières basaltiques boursouflées, cellulaires, qu'on trouve fré-
ıment parmi les déjections volcaniques. On donne aussi ce nom à la
re qui se sépare pendant la fusion des métaux qu'on purifie et qui vient
rifier à la surface du bain métallique.
E. Sorte de vase, le plus souvent en bois, dont les orpailleurs se servent
laver les sables aurifères et diamantifères. Sa forme est à peu près co-
ou sémisphérique, en sorte que son fond n'est qu'un point où se ren-
les corps les plus denses du sédiment qu'on lave.
IENT. Détritus plus ou moins pulvérulent provenant de la désagréga-
de la décomposition et de la dissolution des roches.
ITE. Roche grenue, très-tenace, composée d'hypersthène et de dial-
elle forme des amas transversaux dans les terrains primitifs.
Corps composés d'un ou de plusieurs acides et d'une ou de plusieurs
. Ils sont *neutres* quand la saturation est complète et qu'ils ne manifes-
aucune des propriétés de l'acide ni de la base; on les nomme *sur-sels*
d il y a excès d'acide, et *sous-sels* quand il y a excès de base. Les sur-
ougissent la teinture de tournesol, et les sous-sels ramènent au bleu la
ure de tournesol rougie par l'acide.
MMONIAC. Substance soluble, d'une saveur piquante, qu'on trouve
nvirons de quelques volcans et dans des solfatares de l'Asie centrale.
86.)
EMME. Sel marin en roche qu'on trouve dans l'intérieur de la terre, à
rofondeurs diverses. Il paraît provenir de l'isolement des eaux salées à
rface des continents et évaporées ensuite sous l'influence de circonstances
rses. Le sel gemme est composé de 60 parties de chlore et de 40 de so-
. (P. 258 et suivantes.)
ENTINE. Roche verdâtre, compacte, à cassure souvent résinoïde, com-
e de diallage, d'un peu de feldspath et de quelques parties talqueuses.
est plus ou moins dure, suivant qu'elle a plus ou moins de feldspath ou
lc. La serpentine forme des couches ou des amas transversaux dans les
ns terrains. (P. 205.)
(Pierre à fusil). Roche siliceuse, compacte, aquifère, translucide sur
ords; elle se trouve principalement en lits et en rognons dans le terrain
cé. (P. 233, 235.)
ATES. On nomme ainsi les sels qui résultent de la combinaison de l'a-
silicique avec les bases salifiables.
E. Oxyde de silicium; minéral très-abondamment répandu, qui entre,
me élément constituant, dans la plupart des roches pyrogènes et sédi-
taires. La silice forme la presque totalité des quartz, des quartzites, des
es, des grès, du jaspe, de l'agate, du silex, etc.
UM. Métal découvert, en 1807, par Davy; on l'extrait de la soude. La
eur du sodium est analogue à celle du plomb, mais plus brillante. Il est
léger que l'eau, comme le potassium, avec lequel il a, d'ailleurs, beau-
de rapports par ses propriétés chimiques.
ATARE. Mot d'origine italienne dont on se sert pour désigner des vol-
éteints, mais d'où se dégagent encore des vapeurs sulfureuses. (P. 42.)
TION. Liquéfaction d'un solide ou d'un gaz par son union avec un liquide.

SOUDE. Oxyde de sodium. Substance solide, blanche, très-caustique; l'extrait du sel marin et de quelques végétaux maritimes. La soude entre la plupart des matières feldspathiques. Le sel marin en contient beaucoup c'est de là qu'on l'extrait aujourd'hui. (P. 263, 431.)

SOUFRE. Corps simple, connu de tout le monde. On le rencontre en a dance dans certaines contrées volcaniques ; il se trouve aussi dans les rains tertiaires, au milieu des dépôts gypseux. (Page 278.)

SOULÈVEMENT. Action provenant du foyer central de la terre. Celle-ci est assez énergique pour exhausser, pour soulever le sol à des hauteurs ou moins considérables. (P. 32.)

SOURCES ORDINAIRES. Ce sont des réservoirs souterrains ou ar ciels, alimentés par les eaux d'infiltration et d'écoulement de la contrée servoirs qui perdent leur trop-plein par écoulement ou par jaillissement sources ordinaires ont quelquefois pour cause la fonte des neiges et glaces qui couronnent les hautes montagnes. (P. 23.)

SOURCES MINÉRALES. Sources dont les eaux contiennent en dissol une ou plusieurs substances minérales qu'elles déposent sur les lieux leurs parcours. (P. 24.)

SOURCES THERMALES. Sources d'eau chaude. Leur température est jours d'autant plus élevée que les eaux viennent de profondeurs plus grand (P. 23.)

SPATH CALCAIRE, ou **D'ISLANDE.** Nom qu'on donne à de beaux cr taux de carbonate de chaux, de forme rhomboédrique, quelquefois d'un v lume considérable et d'une transparence parfaite. Ils sont doués de la dou réfraction et présentent, par conséquent, les images doubles.

SPÉCULAIRE. Qui a une surface unie et miroitante.

SPHÉROÏDE. Globe un peu aplati vers deux points diamétralement opp qu'on appelle pôles.

STALACTITES. Concrétions calcaires provenant d'un suintement d'eau ca rifère, et qui restent attachées au plafond des grottes et des cavernes. (P. 6

STALAGMITES. Concrétions calcaires laissées sur le sol par les gouttes d'e chargées de calcaire qui suintent des grottes ou des cavernes. (P. 65.)

STIPITE. Houille maigre. Substance charbonneuse tenant le milieu entre houille grasse et le lignite.

STOCHWERKS. Gîtes irréguliers qu'on peut définir : un amas de petits fil métallifères se dirigeant et se croisant dans tous les sens, à tel point qu'on peut les exploiter isolément, et qu'il faut enlever la masse entière. (P. 3

STRATES, synonyme de **COUCHES.** *Voy.* ce mot.

STRATIFICATION. Disposition des masses minérales formant des couche lits, ou strates. La stratification est dite *concordante* lorsque les joints de paration sont parallèles entre eux ; on la nomme *discordante* dans le contraire. (P. 118 et suivantes.)

STRATIGRAPHIE. Traité ou description des caractères minéralogiques strates ou couches.

STRUCTURE. Pour quelques auteurs, c'est la disposition que présentent joints de séparation des parties d'une roche (structure schistoïde, pr tique, etc.) ; pour d'autres, ce mot est synonyme de *texture*.

IMATION. Phénomène par lequel diverses substances, même métalli-s, se volatilisent par la chaleur, et s'attachent, en cristallisant, à la partie ;rieure du vaisseau qui les contient, ou se condensent en poudre fine dans)areil où l'on en conduit les vapeurs.

RDONNÉ. Une roche est subordonnée à une couche quand elle s'y trouve rcalée.

IN. Résine fossile jaune ou rougeâtre, tantôt transparente et tantôt opa-; elle se trouve ordinairement dans les dépôts de lignites des terrains ter-es. (P. 275.)

ATE DE CHAUX. *Voy.* GYPSE.

URE. Combinaison du soufre avec un corps simple, le plus souvent mé-que.

RPOSITION. Ordre dans lequel se succèdent les roches, les assises, les iations et les terrains qui composent l'ensemble de l'écorce terrestre. 115.)

ENSION. L'argile, le calcaire, etc., sont, à la suite des pluies, tenus en ıension dans les bassins qui reçoivent le tribut des ruisseaux; alors les : sont troubles. Il est aussi des eaux qui, bien que claires et limpides, n'en pas moins chargées de substances minérales, mais qui les contiennent olution. Dans le premier cas, les particules minérales plus ou moins gros-:s sont mécaniquement mêlées à l'eau; dans le second cas, elles sont niquement unies au liquide.

ITE. Roche granitoïde composée de feldspath fréquemment rougeâtre, ıphibole et presque toujours d'un peu de quartz. La syénite appartient errain primitif et s'y montre tantôt à l'état stratiforme et tantôt en amas sversaux. (P. 183, 200.)

HRONISME. Identité du temps pendant lequel plusieurs choses se font ıe sont faites; contemporanéité de diverses assises du même âge.

'HÈSE. *Voy.* ANALYSE.

ÈME DE MONTAGNES. Réunion de chaînes de montagnes courant ı le même sens, et qu'on reconnaît avoir été soulevées à la même époque, l'examen des couches sédimentaires qu'elles ont redressées. (P. 21, 35 et antes.)

T

:. Substance douce au toucher, écailleuse ou compacte, de couleur ver-'e, grisâtre ou blanchâtre. Le talc entre dans la composition d'un grand ıbre de roches; il appartient essentiellement à l'étage des talcschistes. 288.)

:SCHISTE ou **TALCITE.** Roche schistoïde, composée de talc quel-fois pur, mais ordinairement mélangé, soit de quartz, soit de feldspath. talschiste contient un nombre considérable de minéraux accidentels; gisement appartient au terrain primitif et particulièrement à l'étage qui .e son nom, où il forme des couches stratifiées très-puissantes. (P. 127.)

ıCE. Se dit d'une roche qu'on a de la peine à rompre, comme le kersan-le basalte, la serpentine, etc.

TÉNUITÉ. Mot employé pour exprimer la petitesse, la finesse des partic

TÉPHRINE. Espèce de roche dont la pâte argiloïde, friable, grisâtre, pr vient de la décomposition des roches trachytiques. Cette pâte contient so vent des cristaux originaires n'ayant subi aucune altération. Le gisement d la téphrine est le même que celui du trachyte.

TERRAIN. Mot dont on se sert ordinairement, en géologie, pour expri un groupe de couches minérales formées ou déposées durant une période temps déterminée. Les terrains divisent la partie connue de l'écorce terre en sections chronologiques; chacun d'eux peut réunir plusieurs forma et renferme, à l'état fossile, une faune et une flore qui lui sont particuli (P. 113, 120 et suivantes.)

TERRAINS PYROGÈNES. Terrains d'origine ignée. On les nomme au terrains de cristallisation, terrains plutoniques (de Pluton, dieu des (P. 114, 181 et suivantes.)

TERRAINS SÉDIMENTAIRES. Terrains d'origine aqueuse ou neptu (de Neptune, dieu de l'Océan). On les nomme aussi terrains stratifiés fo lifères. (P. 114, 129 et suivantes.)

TERRAINS VOLCANIQUES. On désigne ainsi les matières minérales jetées par les volcans, afin de les distinguer des masses de même orig qui se sont jadis injectées ou épanchées par les fissures de l'écorce terres Les masses minérales d'épanchement sont plus abondantes et mieux cris lisées que celles des produits volcaniques. (P. 114, 190 et suivantes.)

TERRE VÉGÉTALE. Mélange de détritus extrêmement ténus, résultant la décomposition et de la trituration des roches. La terre végétale cont presque toujours une légère dose d'humus. (P. 407.)

TESTACÉS. Ce mot s'emploie pour désigner les animaux revêtus d'un tes comme les mollusques.

TEXTURE. S'entend de la forme, de la grosseur et de l'aspect des parties q composent une roche ou un minéral; exemple : texture grenue, lamellai oolithique, compacte, etc.

THERMALE. Épithète donnée à des eaux ou à des sources dont la temp rature est supérieure à celle de la localité où elles jaillissent.

THERMOMÈTRE. Instrument dont on se sert pour mesurer la températur il est basé sur ce principe, savoir : que le froid condense les corps et q la chaleur les dilate. On fait les thermomètres en introduisant du mercure o de l'esprit-de-vin dans un tube de verre qu'on chauffe, pour en chasser l'ai et qu'on soude ensuite. Aujourd'hui, on ne se sert en France que du ther momètre centigrade, lequel est divisé en cent degrés. Le zéro de l'échelle correspond à la température de la glace fondante, et le centième degré co respond à la température de l'eau bouillante.

TOIT. Partie supérieure d'un gîte, tel que filon, couche ou amas.

TOPAZE. Pierre précieuse, transparente, brillante et de couleur jaune ou ro sâtre. La topaze est assez dure pour rayer le quartz et assez tendre pour laisser rayer par le spinelle. (P. 316.)

TOURBE. Combustible qui se trouve assez souvent dans des marais. La tour continue à se former tous les jours par l'accumulation et par la décompos de plantes aquatiques. (P. 251.)

TOURMALINE. Minéral noir ou verdâtre, se présentant en prismes cannelés. Il se trouve dans les anciennes roches de cristallisation.

TRACHYTE. Roche volcanique, poreuse, âpre au toucher, composée presque entièrement de grains microscopiques de feldspath enchevêtrés et contenant, comme éléments accessoires, du mica, de l'amphibole et du fer titané. (P. 187, 206.)

TRANSLUCIDE. Mot employé pour qualifier les minéraux qui ne laissent passer au travers de leur masse qu'une partie de la lumière, d'où il résulte qu'en regardant au travers de ces minéraux, on ne peut distinguer ni la couleur ni la forme des objets.

TRASS. Cendre trachytique plus ou moins altérée et consolidée.

TRAVERTIN ou **TUF CALCAIRE.** C'est un calcaire compacte, résultant ordinairement du dépôt de sources minérales et offrant le plus souvent de nombreuses cavités vermiculées. Ces cavités proviennent, sans doute, des bulles gazeuses qui traversaient cette roche alors qu'elle se formait par voie de concrétion. Le travertin appartient au terrain supercrétacé. (P. 222.)

TREMBLEMENT DE TERRE. Secousses qui ébranlent la terre pendant quelques secondes, rarement plus longtemps. Ces commotions, qui proviennent de l'incandescence centrale de notre planète, sont de nos jours encore assez fortes pour déplacer des masses énormes, exhausser le sol, creuser des abîmes, renverser des villes entières et se faire sentir sur de très-grandes étendues. (P. 27.)

TRIPOLI. Silicate d'alumine, roche d'origine aqueuse, mais calcinée et modifiée par la chaleur résultant soit des dépôts volcaniques modernes, soit de l'incendie de quelques houillères. Lorsque le tripoli n'a éprouvé qu'un commencement de cuisson, il forme des masses qui ne sont que frittées. (P. 290.)

TRITURATION. Réduction d'un corps solide en fragments ou en poudre.

TUBERCULAIRE. Qui a des formes allongées et arrondies.

TUF CALCAIRE. *Voy.* TRAVERTIN.

TUFA, TUF VOLCANIQUE, TUF BASALTIQUE. Matières d'apparence terreuse, résultant de la décomposition sur place de cendres basaltiques. Quelquefois ces matières ne sont point friables, endurcies qu'elles ont été par des infiltrations sédimentaires. (P. 188, 209.)

TURQUOISE. Pierre précieuse, bleue ou vert clair, qu'on emploie fréquemment dans la bijouterie. (P. 319.)

U

UNIVALVE. Qui n'a qu'une valve; coquille d'une seule pièce.

URAO. Substance saline, d'une saveur âcre et urineuse, cristallisant en prismes; elle forme quelquefois des dépôts solides dans des matières argileuses de formation moderne. C'est un sel de soude. (P. 277.)

V

VALLÉES. Longues et larges dépressions du sol, situées entre deux montagnes; le vallon est une vallée moins grande et moins profonde.

VARIÉTÉ. En minéralogie, on se sert de ce nom pour distinguer les uns des autres des minéraux qui, bien qu'appartenant à la même espèce, offrent cependant entre eux certaines différences de texture et de coloration.

VARIOLITE. Roche compacte, offrant, dans sa pâte diallagique et feldspathique, des globules verdâtres de feldspath rayonnés du centre à la circonférence. (P. 204.)

VALVE. On appelle ainsi la pièce, ou les deux pièces calcaires, de forme très-variable, appliquées sur la peau d'un mollusque et qui recouvrent partiellement ou en totalité le corps de l'animal.

VITREUX. Se dit, en minéralogie, d'un corps qui a l'aspect, le luisant du verre.

VOLATILISATION. Opération chimique par laquelle, à l'aide de la chaleur, on réduit en vapeur les matières qui en sont susceptibles.

VOLCAN. Ouverture cratériforme par laquelle sont sortis ou sortent, de temps en temps, des matières pâteuses, liquides ou gazeuses provenant du foyer central. (P. 39.)

WAKE. Roche argileuse, résultant de la décomposition de diverses roches basaltiques; la wacke varie beaucoup par son aspect et par sa consistance.

Z

ZINC. Métal blanc bleuâtre, volatil à 360°; il ne se trouve jamais pur dans la nature. Ce n'est que depuis quelques années qu'on a pu le convertir en plaques, dont on fait, aujourd'hui, toutes sortes de vases domestiques et même quelques objets d'ornement. (P. 373.)

ZIRCON. Substance cristalline rouge, jaunâtre ou incolore, rayant le quartz et rayée par la topaze. Ce silicate est, de toutes les gemmes, celle qui offre la plus grande densité. (P. 318.)

ZOOLOGIE. Partie de l'histoire naturelle dont l'étude a pour objet la connaissance du règne animal.

ZOOPHYTES. Nom donné par Linné à une série d'animaux dont les organes sont disposés d'une manière plus ou moins radiaire, par rapport à un axe ou à un point central, comme les oursins, les actinies, les méduses, etc. Leur organisation est si simple qu'ils nous apparaissent, en quelque sorte, comme intermédiaires entre les animaux et les végétaux; aussi les a-t-on appelés des animaux-plantes.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉOLOGIE PROPREMENT DITE.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.



CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

TROISIÈME PARTIE.

—

GÉOLOGIE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

Lignes	*Au lieu de*	*Lisez*
35	de cette théorie.............	de cette action.
3	ont produit.................	a produit.
4	les unes au-dessus des autres	les unes aux autres.
53	cahotique..................	chaotique.
7	à celui de l'étage parisien....	à l'étage parisien.
33	gemmes précieux...........	gemmes précieuses.
17	qu'un phénomène purement..	que le résultat d'une action.
17	résultant de la chaux........	résultant de l'union de la chaux.
24	tout le soufre..............	le soufre
20	de sa densité..............	sa grande densité.
1	contient...................	contiennent.
32	à une très-faible............	à une certaine.
21	sur l'acte de la végétation...	dans l'acte de la végétation.

HRO

a partie con les principaux êtres

Terebratula digona · ilus lineatus · Teleosaurus ·

ea arcuata · Plesiosaurus dolichoderius ·

Lin

ites radiatus · menbachii · Ogygia Guettardi ·

ent quelques traces

tiennent aucun déb anifestée sur la terre .

ide), et d'éruption

Jon aîné et fils, 30, Rue Haute

Fou

ente, rue St. I



